UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Proyecto de construcción de una nave industrial destinada a la producción de vino

Autor/es

AARÓN RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

Director/es

MARÍA ÁNGELES MARTÍNEZ CALVO

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2019-20

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: **2019/2020** **CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE**

TÍTULO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE VINO

ESTUDIANTE: Aarón Rodríguez Martínez

TUTORES/AS: María Ángeles Martínez Calvo

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es el diseño y construcción de una nave industrial destinada a la producción, almacenaje y expedición de vinos, esta nave servirá como ampliación y profesionalización de la cooperativa ya existente. La bodega se ubicará en la localidad de Entrena, en la comunidad de La Rioja, en una ubicación mejor que la cooperativa actual. Gracias a la ejecución de este proyecto se van a satisfacer las necesidades de una planta de elaboración mayor y con la capacidad de elaborar vinos de mayor calidad. La realización de este proyecto supondrá un impulso económico tanto al municipio como a los agricultores de la zona, pudiendo aumentar sus explotaciones agrarias, y que el producto elaborado final goce de prestigio.

Palabras Clave

Nave Industrial, Bodega, Vino, Producción y Calidad.

Abstract

The main objective of this project is the design and construction of an industrial warehouse for the production, storage and dispatch of wines, this ship will serve as an extension and professionalization of the existing cooperative. The winery will be located in Entrena´s village, in La Rioja´s community, in a better location than the current one. Thanks to the implementation of this project, the needs of a larger production plant will be met and with the capacity to produce higher quality wines. The realization of this project will provide an economic boost to both the municipality and the farmers of the area, being able to increase their farms, and that the final processed product enjoys prestige.

KEYWORDS

Industrial Warehouse, Winery, Wine, Production and Quality.

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

“Proyecto Nave Industrial y Preparación Bodega”

SEPTIEMBRE DE 2020

ALUMNO: AARON RODRIGUEZ MARTÍNEZ
TUTOR: MARIA ANGELES MARTINEZ CALVO

ÍNDICE

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

1. Memoria

1.1 Objeto

El objetivo de este proyecto es la construcción de una nave industrial para el almacenamiento y elaboración de vino. Esta nave industrial albergará depósitos de vino para la elaboración y almacenaje de este, con la capacidad y calidad demanda por el promotor.

EL motivo principal por el que se desarrolla este proyecto es para ampliar la capacidad de almacenamiento y elaboración de vinos de la BODEGA HERMEDAÑA SOCIEDAD COOPERATIVA ubicada en la localidad donde se ejecutará el proyecto.

En esta sección del documento que se integra en el proyecto se explicará los diversos cálculos estructurales, de instalaciones mecánicas y de diseño de depósitos para almacenaje de vino según los requisitos exigidos por el promotor.

1.2 Alcance

Para poder determinar el alcance del proyecto se puede dividir este en temporal y espacial. En el alcance espacial del proyecto se pretende aprovechar la totalidad de la parcela que es de 1,739 ha, estimando la superficie utilizada por la nave industrial en 0,57 ha, 0,09 ha en un parking para los trabajadores, clientes y visitantes; y 1,062 ha para accesos, con el objetivo de proveer la ampliación de la bodega con la suficiente capacidad

En cuanto al alcance temporal que acontecerá el proyecto se pueden dividir en:

- Construcción estructural de la nave
- Montaje de instalaciones mecánicas
- Diseño e instalación de los depósitos para la fabricación de vino
- Implementación de los depósitos
- Puesta en funcionamiento de la nave industrial y el sistema productivo

1.3 Antecedentes

Se han considerado las parcelas donde se va a ubicar el Proyecto propiedad de la Bodega Hermedaña Sociedad Cooperativa entidad que desarrolla las funciones de Promotor. Estas parcelas son de Uso Urbano y Uso Improductivo. Por lo tanto, es objeto de la Sociedad Cooperativa, la realización de dicho Proyecto.

1.4 Normas y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Se recoge en este capítulo todas aquellas disposiciones legales que son de obligado cumplimiento y aplican de forma directa a la totalidad del proyecto.

1.4.1.1 Reales Decretos

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- R.D. 1.627/1997, de 24 de marzo, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 39/97, de 7 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R. D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- R. D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R. D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R. D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios de los establecimientos industriales.
- R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- R.D. 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- R. D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- R. D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R. D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.4.1.2 Leyes

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja.
- Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja (NUR 2007).
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

1.4.1.3 Normas

- Norma UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- CTE-DB-SE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural.
- CTE-DB-SE-AE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación.
- CTE-DB-SE-C: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Cimientos.
- CTE-DB-SE-A: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acero.
- EHE-08: Instrucción Española del Hormigón Estructural.

1.4.1.4 Ordenes

- Orden de 28 de agosto de 1970 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Plan General de Ordenación Urbana de Entrena.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

1.4.2 Programas de cálculo

Para poder desarrollar el proyecto y por consiguiente este documento se han utilizado los programas de cálculos siguientes:

- AutoCAD 2018
- Cype2019
- Office Word 2018
- Google Earth
- Corelap

1.4.3 Bibliografía

- Depósitos de Elaboración. 2020. Retrieved 19 Augiust 2020, from https://www.intranox.com/
- Cartografía del IGME. (1972-2003). *MAGNA 50- Mapa Geológico de España a escala 1:50000 (2ª Serie).* Recuperado el 20 de julio de 2020, de: http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50.aspx
- Gobierno de La Rioja SIGPAC. (2019). *Datos identificativos SIGPAC.* Recuperado el 19 de marzo de 2020, de: https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxwJXfsJcXsNJVqLBMLBWttZzWXs?projector=1&messagePartId=0.3
- Ministerio de Fomento. (2007). Seguridad estructural acero. *Documento Básico SE-A,* 1-168.
- Ministerio de Fomento. (2009). Seguridad estructural acciones en la edificación. *Documento Básico SE-AE,* 1-46.
- Ministerio de Fomento. (2019). Seguridad estructural. *Documento Básico SE,* 1-45.
- Plan General Municipal de Entrena. (2011). *Adaptación a la ley 5/2006 de 2 de mayo.* Recuperado el 5 de mayo de 2020, de: https://www.entrena.org/fileadmin/entrena/pdf/Plan_general_Municipal/entrena_memoria_inicial.pdf

1.4.4 Otras referencias

- Noblelift. (2019). *Toros eléctricos Noblelift.* Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.noblelift.com.es/tag/toro-electrico/
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, bombas*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, clarificación y enriquecimiento*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, embotellado y envasado*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, filtración del vino*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, recepción de la uva, estrujado*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, refrigeración y termorregulación*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia

- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, sistemas completos para bodegas*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, tratamiento del vino*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia
- Della Taffola. (Desconocido). *Enología, vinificación y prensado*. Recuperado el 6 de agosto, de: https://www.dellatoffola.es/es/catalogue/enologia

1.5 Abreviaturas y Definiciones

1.5.1 Abreviaturas

- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- CTE DB: Código Técnico de la Edificación Documento Básico
  - SE: Seguridad Estructural.
  - SE-AE: Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación.
  - SE-A: Seguridad Estructural-Acero.
  - SE-C: Seguridad Estructural-Cimentaciones
- IGME: Instituto Geológico y Minero de España.
- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- DOCa: Denominación de Origen Calificada Rioja.
- m: Metros.
- m^2: Metros Cuadrados.
- cm: Centímetros.
- l/s: Litros por segundo.
- kg: Kilogramos.
- MOD: Modelo.
- N/mm^2: Newton por milímetro cuadrado.
- ha: Hectárea, unidad de medida de área.
- HSS: Hollow Square Section (Perfil Estructural Hueco).

1.5.2 Definiciones

- Insitu: Proceso realizado en el momento, en obra, en el sitio.
- Lux: lumen por metro cuadrado, unidad de medida de intensidad lumínica.
- IPE: Sección con forma de I, denominada doble T.
- HEB: Perfil de caras anchas y caras paralelas, cuya sección tiene forma de H.

1.6 Requisitos de diseño

Dicho proyecto se situará en la localidad de Entrena, a 12 kilómetros de Logroño, entre los pueblos de Lardero y Navarrete; en la carretera de Medrano, denominada LR-444.

Se elige esta parcela ya que se encuentra en una zona rodeada de viñedos y con una buena conexión de red de carreteras en La Rioja. Otro de los motivos es la proximidad a la BODEGA HERMEDAÑA SOCIEDAD COOPERATIVA, motivo crítico ya que este proyecto es una ampliación de la bodega.

Ilustración 1: Localización de la Nueva Cooperativa

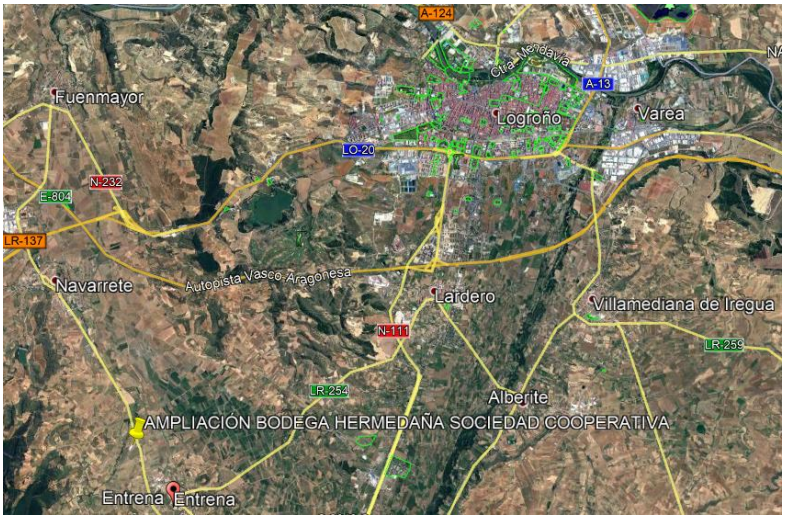


Ilustración 2: Ubicación General de la Nueva Cooperativa y conexiones

La parcela en la que se va a ubicar el proyecto es la parcela número 9000, perteneciente al polígono 16, está compuesta por tres recintos diferentes sumando ambos un área de 1,739 ha y está ubicada en las siguientes coordenadas:

Coordenadas UTM del centro	
X	537731
Y	4693975
DATUM	WGS84
HUSO	30

Ilustración 3: Parcela donde se ubicará el Proyecto

Estos tres recitos tienen las siguientes características:

- Recinto 1: Compuesto por 1,7229 ha y con un uso de Improductivo.
- Recinto 2: Compuesto por 0,0016 ha y con un uso de Zona Urbana.
- Recinto 4: Compuesto por 0,0145 ha y con un uso de Improductivo.

Perteneciendo toda la parcela a la clasificación de suelo urbano.

1.6.1 Influencia del proyecto en el sector vinícola y económico

En la actualidad el sector vitivinícola es uno de los pilares de la economía española y un sello de identidad de reconocimiento mundial. España es el país con mayor extensión cultivada de viñas del mundo, siendo La Rioja una provincia clave para la explotación del sector vitivinícola ya que en ella se desarrolla una de la denominación de origen calificada más importante.

El lugar de emplazamiento del proyecto es el municipio de Entrena que pertenece a la Denominación de Origen Calificada Rioja, más concretamente a la zona de la Rioja Alta. El desarrollo de este proyecto aumentará la capacidad de producción de vino en el municipio, incrementando así el PIB de este, que supondrá una mejora para el territorio en general.

Aunque en La Rioja solamente se elabore el 5,5% de la producción nacional de vino, la DOCa Rioja es la más elegida por los consumidores tanto nacionales como internacionales.

Este proyecto potenciará la economía y agricultores de la zona ya que los que explotan esta bodega son ellos mismos al tratarse de una cooperativa, este proyecto dotará de más producción y capacidad de almacenaje de vino, por lo que los agricultores podrán cosechar más cantidad de kilos de uva, sacando más rendimiento a sus explotaciones agrícolas.

1.6.2 Características de la ubicación

Para la realización de este proyecto es necesario estudiar la tipología del terreno donde se ubica este. A través de los mapas de cartografía del IGME se puede saber el tipo de terreno bajo la superficie del emplazamiento del Proyecto.

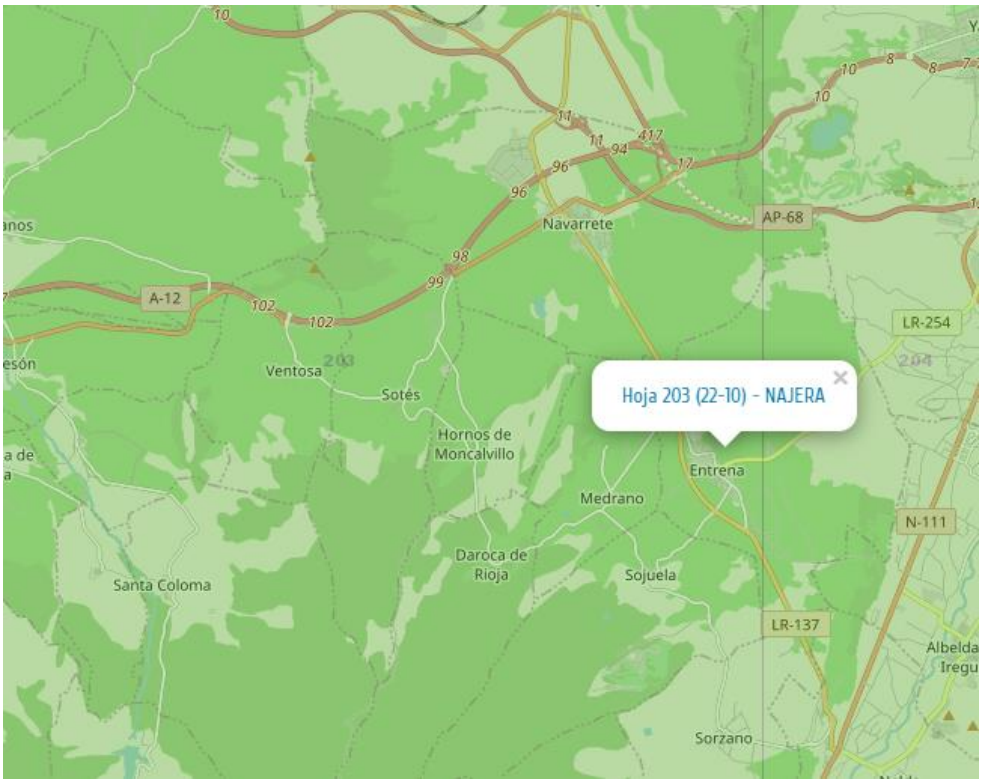


Ilustración 4: Ubicación del Proyecto en el mapa MAGNA 50

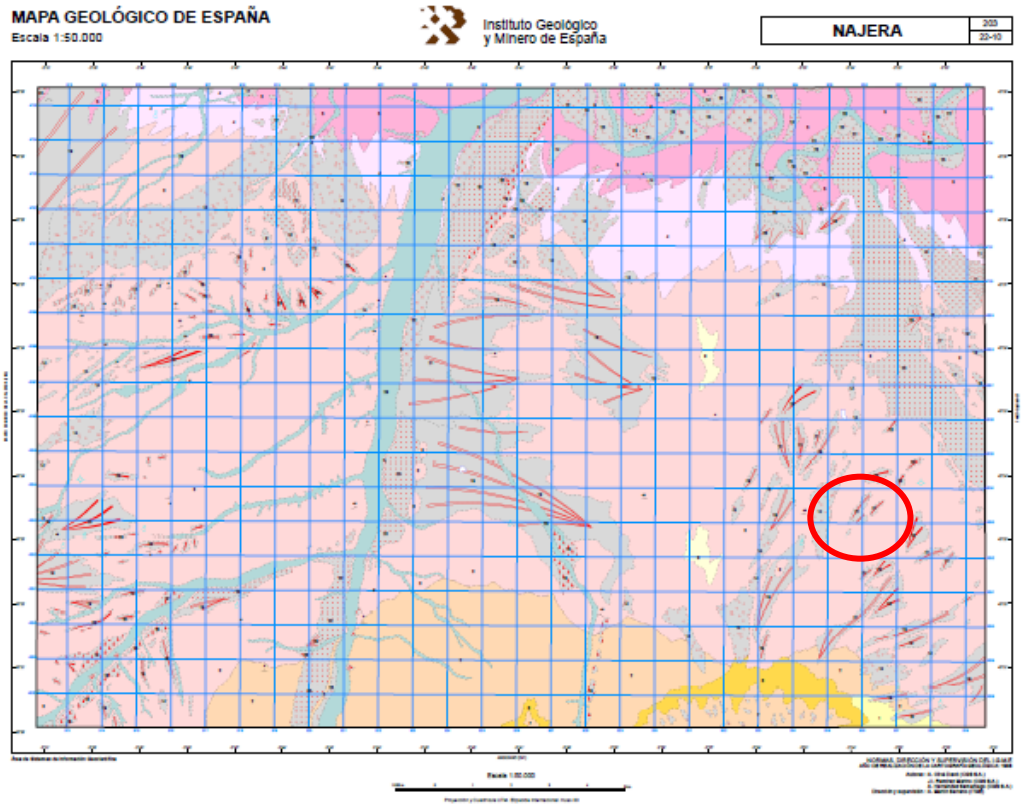


Ilustración 5: Hoja 203 – Nájera, MAGNA 50.

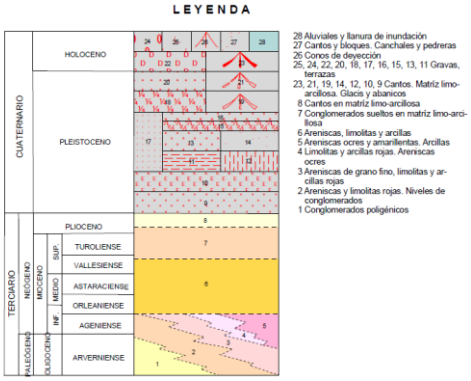


Ilustración 6: Leyenda de Hoja 203 - Nájera

De esta forma se puede determinar que el terreno pertenece al Terciario, más concretamente al Neógeno Inferior a la capa Ageniense, la cual contiene arcillas y areniscas ocres y amarillentas. Por otro lado, el terreno también contiene trazas que pertenecen al Cuaternario, a la parte del Holoceno, este tipo de terreno está formado por: Cantos, Matriz limo-arcillosa, Glacis y abanicos.

1.7 Alternativas del Proyecto

Ante el objetivo del Promotor de construir una nave industrial que albergue una bodega renovada y con gran capacidad. La solución para poder satisfacer las necesidades ha sido la creación de una nave industrial con una estructura metálica, utilizando acero laminado estructural S275 y conformado S275, cumpliendo con el estándar europeo EN 10025:2004.

La nave industrial cuenta con 35 metros de luz y formando en total una longitud de 160 metros en 32 vanos.

1.7.1 Pórtico Rígido

La posibilidad de generar la nave a través de un pórtico rígido simple es inviable ya que es necesaria la colocación de gran cantidad de pilares para poder soportar los dinteles de los pórticos.

La luz de estos tipos de pórtico es de gran tamaño, de 35 metros, perjudicando y generando problemas de esbeltez a los pórticos, se ha decidido poner pilares cada 8,75 metros para que estos puedan soportar la esbeltez de los dinteles. Esta solución genera un gran aumento del peso de la estructura, convirtiéndola en poco viable.

Los pórticos extremos tienen una configuración para poder soportar todos los esfuerzos y cumplir los requisitos de esbeltez y deformaciones.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 400 B	2688.386			53.176			417433.80		
			HE 360 B	496.000			8.958			70318.42		
			HE 160 B	110.000			0.597			4688.80		
			HE 120 B	280.000			0.952			7473.20		
		HEB			3574.386			63.683			499914.22	
			R 25	150.944			0.074			581.64		
		R			150.944			0.074			581.64	
Acero laminado	S275					3725.330			63.757			500495.86

Ilustración 7: Resumen de medición de la Opción 1

El peso total de la estructura es de 500.495,86 kg.

1.7.2 Pórtico con celosía IPE

Ante la problemática de la solución anterior se ha optado por diseñar los pórticos centrales con una celosía, esta cuenta con perfiles IPE. El tipo de celosía escogido es la belga, la cual consta con 8 tirantes diagonales para formarla, aparte de un cordón inferior para sostener estas barras intermedias.

El objetivo de crear la celosía es hacer desaparecer los problemas de esbeltez que las barras representaban anteriormente cambiando la configuración de trabajo de estas a tracción y compresión. Pudiendo eliminar todos los pilares intermedios.

Se sigue manteniendo la configuración en los pórticos extremos y la disposición de las barras en los pórticos para poder satisfacer todas las demandas de los esfuerzos.

Se ha conseguido reducir el peso de la estructura, pero aún es posible la mejora.

1.7.3 Pórtico con celosía tubular

Como se ha visto en la opción de las celosías con perfiles IPE, se ha reducido el peso de la estructura, en esta ocasión se va a respetar el diseño de la estructura, pero se va a sustituir el tipo de perfiles de la celosía, cambiando los perfiles IPE por perfil tubular rectangular.

Se sigue manteniendo la configuración en los pórticos extremos, colocando los tirantes en los laterales de estos, y la disposición de las barras en los pórticos para poder satisfacer todas las demandas de los esfuerzos.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 400 B	180.902			3.578			28089.23		
			HE 160 B	202.500			1.100			8631.66		
			HE 120 B	292.000			0.993			7793.48		
			HE 200 B	70.000			0.547			4291.60		
			HE 360 B	580.000			10.475			82227.18		
			HE 180 B	35.000			0.229			1794.12		
		HEB			1360.402			16.921			132827.26	
Acero laminado	S275					1360.402			16.921			132827.26
			HSS305x305x13	1232.537			17.765			139457.36		
			HSS127x127x8	1412.029			5.110			40116.87		
			HSS152x152x8	553.223			2.449			19225.26		
			HSS305x305x11	1190.000			15.170			119082.55		
			HSS102x102x8	4.123			0.012			91.00		
			HSS178x178x11	267.526			1.898			14897.24		
			HSS178x178x6.4	0.560			0.002			18.67		
		HSS			4659.998			42.406			332888.94	
Acero conformado	S275					4659.998			42.406			332888.94

Ilustración 8: Resumen de medición de la Opción 3

El peso total de la estructura es de 465.716,2 kg.

De este modo se han conseguido reducir cerca de 20 toneladas de acero, con respecto a la opción 1.

La solución escogida es esta última.

1.8 Resultados finales

1.8.1 Descripción general

En este proyecto de diseño, cálculo y construcción de una nave industrial se va a optar por la opción más recurrente que es la utilización de pórticos para construir la estructura principal.

En cuanto a la cubierta, es una de las partes más determinantes ya que tenemos un máximo de altura determinados por la legislación urbanística y de edificación del municipio donde se va a desarrollar el proyecto.

La pendiente de la cubierta es un factor muy importante porque de ella va a depender el diseño del dintel, ya que los esfuerzos a los que está sometida esta parte de la estructura dependen directamente de la pendiente de la cubierta.

En este caso se opta por una pendiente que permita una altura elevada ya que dentro se van a albergar depósitos para el almacenaje de vino y es necesario la máxima altura para poder obtener la mayor capacidad de almacenaje, de esta forma se van a ejecutar los pilares de los pórticos a la altura máxima de 8,00 metros.

Debido a este hecho las características de la nave van a ser:

- Pórticos centrales:
    - Pórticos metálicos a dos aguas, configuración de la cubierta: Estilo Belga
    - Luz de los pórticos: 35 metros
    - Pendiente de la cubierta: 12%
    - Distancia entre pórticos: 5 metros
    - Longitud total de la nave: 160 metros
    - Número de vanos: 32
    - Altura total del pórtico sumando la cumbrera: 10,1 metros
- Pórticos Extremos
    - Pórticos metálicos
    - Luz de los pórticos: 35 metros
    - Pendiente de la cubierta: 12%
    - Número de pórticos: 2 (los dos extremos de la nave)
    - Altura total del pórtico sumando la cumbrera: 10,1 metros
- Oficina
    - Dimensiones: 10 x 8,75 metros (87,5 m^2 por planta, planta 0, 1 y 2).
    - Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m.
    - Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m.
    - Tabicón u hoja simple de albañilería, grueso total < 0,14 m.
    - Faldones de chapa, tablero o paneles ligero.

1.8.2 Datos constructivos

A continuación se van a detallar los datos de partida que se van a tomar para poder realizar los cálculos de todos los elementos del proyecto. Debido a la ubicación en la que se va a desarrollar este tiene unas características concretas para el factor del viento, la nieve.

1.8.2.1 Viento

Siguiendo el Código Técnico de Edificación (CTE DB SE-AE) y el emplazamiento del proyecto, las características son:

- Zona Eólica B: Velocidad básica del viento 27 m/s.
- Coeficiente de exposición: Grado de aspereza III, atendiendo a “Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas”
- Periodo de servicio: 50 años.
- Sin huecos.

1.8.2.2 Nieve

Siguiendo el Código Técnico de Edificación (CTE DB SE-AE) y el emplazamiento del proyecto, las características son:

- Zona del emplazamiento: Zona 2
- Altitud topográfica: 525.00 metros.
- Exposición al viento: Normal.

1.8.2.3 Hormigón

Para este proyecto se usará hormigón HA-25, con una Resistencia Característica a los 28 días de 25 N/mm^2, con una resistencia de cálculo del hormigón de 10 N/mm^2 y con un coeficiente de minoración de 1,5.

1.8.2.4 Acero

Para este proyecto se usará acero con la designación S275 y un límite elástico de 275 N/mm^2.

1.8.3 Cimentación

En este proyecto la cimentación de la nave industrial estará constituida por zapatas y vigas de atado de hormigón armado. Estos elementos se construirán insitu, a pie de obra, y las características de estos son:

- Hormigón HA-25, Yc= 1.5
- Acero B 500 S, Ys= 1.15
- Zapatas: Para las zapatas se han empleado diferentes configuraciones para poder superar todos los esfuerzos a los que está sometida la estructura y cumplir todas las comprobaciones pertinentes del Código Técnico de la Edificación que le aplican.
- Vigas de atado: 40 x 40 cm
    - Armado superior e inferior 2xD.12
    - Estribos 1xD.8c/30

Para la construcción de la nave se emplearán zapatas de cimentación superficiales que se pueden emplear en todo tipo de terrenos.

La cimentación está compuesta por 66 zapatas de hormigón armado con dimensiones 300x300x60, una zapata para cada pilar, así los esfuerzos son transmitidos al terreno de la forma más directa y liberen de estos a la estructura metálica. Todas estas zapatas están unidas entre sí a través de vigas de atado con dimensiones 40x40 y armado superior e inferior, dotando de una mayor rigidez a toda la cimentación y creando una estructura continua.

Por último, la cimentación al ser la única estructura en estar en contacto con el suelo debe ser diseñada y calculada teniendo en cuenta el terreno en el que se ubica el proyecto.

1.8.4 Estructura metálica

Para la estructura de la nave se usarán distintos perfiles metálicos, de esta forma se escogerán aquellos que cumplan con todas las solicitaciones de esfuerzos, deformaciones y cargas. Esta estructura aporta la resistencia y rigidez necesaria, se diseña con el objetivo de optimizar las dimensiones del perfil, en este caso los perfiles utilizados son:

- Pórticos Exteriores:
  - Los pilares de los pórticos de los extremos son un perfil IPE HEB 400 B (S275), dispuesto en 90^0 con respecto a la horizontal.
  - Los dinteles son perfiles de los extremos son un perfil IPE HEB 400 B (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal.
  - Las barras intermedias que forman la estructura fina son un perfil HEB 200 (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal.

- Pórticos Interiores:
  - Los pilares de los pórticos centrales son un perfil IPE HEB 360 (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal, siendo el último tramo más alto de la vertical un perfil HSS 305x305x13 (S275), para permitir una correcta unión con el cordón superior e inferior.
  - Los cordones superiores son perfiles de acero conformado rectangular hueco, más concretamente HSS 305x305x13 (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal.
  - Los cordones inferiores están formados por perfiles de acero conformado rectangular HSS 305x305x13 (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal.
  - Las montantes y diagonales interiores están formada por diferentes perfiles de acero denominados HSS 152x152x8 (S275), HSS 178x178x11 (S275) y HSS 127x127x8 (S275), dispuesto en 0^0 con respecto a la horizontal.
- Jácenas: Todas las jácenas son perfiles IPE HEB 120 (S275), dispuestos en 0^0 con respecto a la horizontal.
- Oficinas:
  - Los pilares de la estructura de la oficina están compuestos por perfiles de acero IPE HEB 360, en el caso de que los pilares de la oficina coincidan con los pilares del pórtico exterior, se respetarán los de mayor dimensión, en este caso los del pórtico exterior que son unos perfiles IPE HEB 400.
  - Las vigas de la estructura están formadas por diferentes perfiles como IPE HEB 160, IPE HEB 180 o IPE HEB 200, este último cumpliendo la condición del apartado anterior, respetando las barras de mayor tamaño del pórtico exterior.

1.8.5 Perfiles

1.8.5.1 Perfiles HE-B

Los perfiles IPE HE-B tienen una forma en H, compuesta por dos alas y un alma, debido a su forma son perfiles que tiene una buena esbeltez en ambos ejes por lo que tienen un buen comportamiento frente a la compresión, frecuentemente son usados en pilares. Son perfiles que tienen un peso elevado, por lo que no se utilizan para que soporten trabajos a flexión.

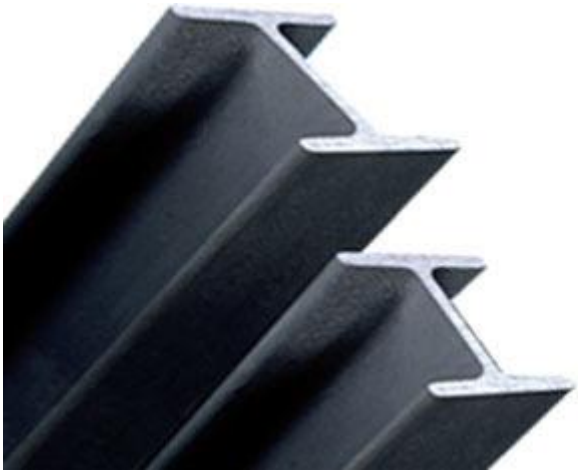


Ilustración 9: Perfil IPE

1.8.5.2 Perfiles Huecos

Los perfiles huecos, en este caso cuadrados y rectangulares, se usan para la celosía o estructuras de arrostramiento ya que son de fácil instalación y soportan muy bien los esfuerzos a tracción.

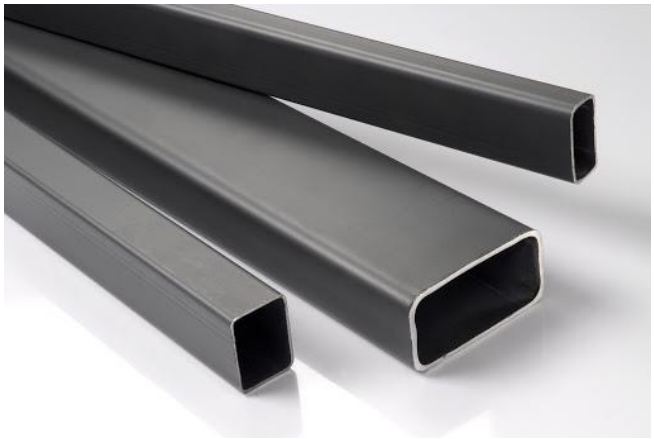


Ilustración 10: Perfil tubular hueco, HSS

1.8.6 Uniones

Una vez seleccionados los tipos de perfiles que se van a utilizar hay que determinar las uniones entre los mismos, son necesarias estas uniones para poder dotar a la estructura de la rigidez y continuidad necesaria para que soporten los esfuerzos a los que están sometidos.

Para los perfiles metálicos existen diferentes técnicas de unión como son la unión por soldadura, unión por tornillería o unión por remaches.

En este proyecto se va a optar por las uniones a través de soldaduras frente a otro tipo de uniones por los siguientes motivos:

- Las uniones por soldadura son mucho más resistentes.
- Las uniones por soldadura tienen un acabado más estético y dota de más continuidad aparentemente que otro tipo de uniones.
- Las uniones son más sencillas.

La gran parte de uniones por soldadura se realizarán en las instalaciones o factoría del proveedor de los perfiles y la estructura, pero insitu en obra, se deberá de realizar uniones para acabar de formar la estructura completa.

De esta forma se usarán distintas técnicas de soldadura, siendo automatizada a través de robots de soldadura, mientras que en la obra se realizarán a mano con máquinas de soldadura portátiles. Todas las soldaduras se harán a través de soldadura eléctrica con electrodo fusible y con un gas inerte a modo de envoltura para proteger la soldadura.

1.8.7 Cerramiento lateral

El cerramiento lateral es una de las partes importantes de la nave industrial ya que forma la fachada de esta y es la parte más visual. Esta debe de seguir las líneas de la estructura metálica y permitir el cierre completo horizontal proporcionando una estructura funcional y estanca.

Para poder realizar este cerramiento hay muchas opciones como puede ser cerramiento de ladrillo, bloque o chapa, pero en este caso se va a utilizar placas de hormigón prefabricado por los siguientes motivos:

- Tienen buenas propiedades mecánicas y responde bien frente a esfuerzo de compresión. Tienen buenas propiedades de aislamiento.
- Su montaje es sencillo ya que las placas de hormigón cubren una gran superficie del cerramiento y estas se unen entre si con gran facilidad.
- Cumplen con una estética uniforme y de carácter industrial.

Ilustración 11: Cerramiento lateral hormigón prefabricado

1.8.8 Cubierta

La cubierta, al igual que el cerramiento lateral, es una parte muy importante de la nave ya que es la encargada de proteger la estructura metálica y todo lo que se encuentra en el interior frente a las diferentes y adversas condiciones meteorológicas. De la misma forma debe aislar y proporcionar la estanqueidad necesaria dentro de la nave.

Hay que tener en cuenta que la cubierta está expuesta a muchos factores climatológicos como el sol, la lluvia, el viento, la nieve, el granizo, etc., debido a este factor el cerramiento debe de ser de un material resistente.

Al igual que debe resistir a los factores climatológicos, el cerramiento debe cumplir unos mínimos de aislamiento térmico ya que la cubierta es el cerramiento por donde más se produce la transferencia de calor.

Para poder cumplir los requisitos mencionados anteriormente se va a optar por utilizar un material compuesto, en disposición estilo sándwich, formado por capas de chapa y aislante. Este material está se compone en placas y estas son prefabricadas.

En este caso se ha seleccionado una cubierta de panel metálico autoportante, formado por una chapa exterior de acero, una capa intermedia de aislante en espuma de poliuretano y otra chapa de acero en el interior.

Ilustración 12:Cerramiento superior panales prefabricado

1.8.9 Solera y pavimento

En primer lugar se preparará la primera capa del terreno allanándolo y retirando toda la maleza y vegetación de la parcela.

Ilustración 13: Tipología del terreno para pavimentación

A continuación se eliminará una capa de tierra con un espesor de 30 cm por toda la superficie donde se vaya a edificar. Posteriormente se rellenará esta solera con el material necesario para formar 3 capas, la capa más profunda será Subrasante y estará formada por 25 cm del terreno original, a continuación se creará la capa Base que estará formada por 15 cm de áridos y por último la capa superficial será la losa de hormigón o cemento, que estará compuesta por 15cm.

Para finalizar el pavimento, todo el que se encuentre bajo la nave será tratado con una resina hidrófuga que repele el agua, la humedad y facilita el proceso industrial que se va a desempeñar dentro de la nave industrial. El resto de terreno se dejará pavimentado para permitir el acceso de vehículos y el personal de trabajo.

Ilustración 14: Pavimentación de concreto pulido

Ilustración 15: Pavimento con resina para bodegas

1.8.10 Cerramiento exterior perimetral

Para delimitar toda la parcela se procederá a realizar un vallado completo de todo el perímetro de esta para evitar que personal ajeno a la instalación tenga acceso a ella. La longitud del perímetro es de 770 metros.

Ilustración 16: Valla perimetral delimitante de parcela

Para realizar el vallado se utilizará malla metálica para la parte superior que quedará fijada al piso a través de una base de hormigón de 50 cm de altura y 20 cm de espesor.

Aparte contará con sensores de movimiento para que en caso de que se intente acceder dentro del recinto se activen las alarmas de seguridad.

1.9 Planificación

En este apartado se muestran las tareas que se van a realizar en el proyecto, con la duración, fecha de inicio y fecha de fin previstas, y con las vinculaciones que hay entre ellas.

El proceso de las tareas se muestra a través de un Diagrama Grantt.

Tareas

		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores	Nombres del Recurso
1		**ACONDICIONAMIENTO DE**	**50 days**	**28/09/20 8:00**	**4/12/20 17:00**		
2		LIMPIEZA DE LA CAPA VEG	5 days	28/09/20 8:00	2/10/20 17:00		
3		EXCAVACIONES	10 days	5/10/20 8:00	16/10/20 17:00	2	
4		RED DE SANEAMIENTO	15 days	19/10/20 8:00	6/11/20 17:00	3	
5		NIVELACIÓN	5 days	9/11/20 8:00	13/11/20 17:00	4	
6		ENTIBACIONES	15 days	16/11/20 8:00	4/12/20 17:00	5	
7		**CIMENTACIÓN**	**28 days**	**7/12/20 8:00**	**13/01/21 17:00**	**1**	
8		ZAPATAS	28 days	7/12/20 8:00	13/01/21 17:00		
9		VIGAS DE ATADO	28 days	7/12/20 8:00	13/01/21 17:00		
10		PAVIMENTACIÓN	30 days	14/01/21 8:00	24/02/21 17:00	7	
11		**ESTRUCTURA**	**210 days**	**25/02/21 8:00**	**15/12/21 17:00**	**7;10**	
12		**NAVE INDUSTRIAL**	**145 days**	**25/02/21 8:00**	**15/09/21 17:00**		
13		COLOCACIÓN DE PERFIL	115 days	25/02/21 8:00	4/08/21 17:00		
14		COLACIÓN DE CERRAMI	25 days	5/08/21 8:00	8/09/21 17:00	13	
15		COLACIÓN DE CERRAMI	30 days	5/08/21 8:00	15/09/21 17:00	13	
16		**OFICINA**	**95 days**	**5/08/21 8:00**	**15/12/21 17:00**	**13**	
17		COLOCACIÓN DE PERFIL	80 days	5/08/21 8:00	24/11/21 17:00		
18		COLOCACIÓN DE CERRA	15 days	25/11/21 8:00	15/12/21 17:00	17	
19		COLACIÓN DE CERRAMI	5 days	25/11/21 8:00	1/12/21 17:00	17	
20		**INSTALACIONES**	**65 days**	**16/12/21 8:00**	**16/03/22 17:00**	**11**	
21		SERVICIOS PUBLICOS	25 days	16/12/21 8:00	19/01/22 17:00		
22		MAQUINARIA BODEGA	45 days	16/12/21 8:00	16/02/22 17:00		
23		RESINA SUELO	20 days	17/02/22 8:00	16/03/22 17:00	22	

Ilustración 17: Tareas del Proyecto

Diagrama de Gantt

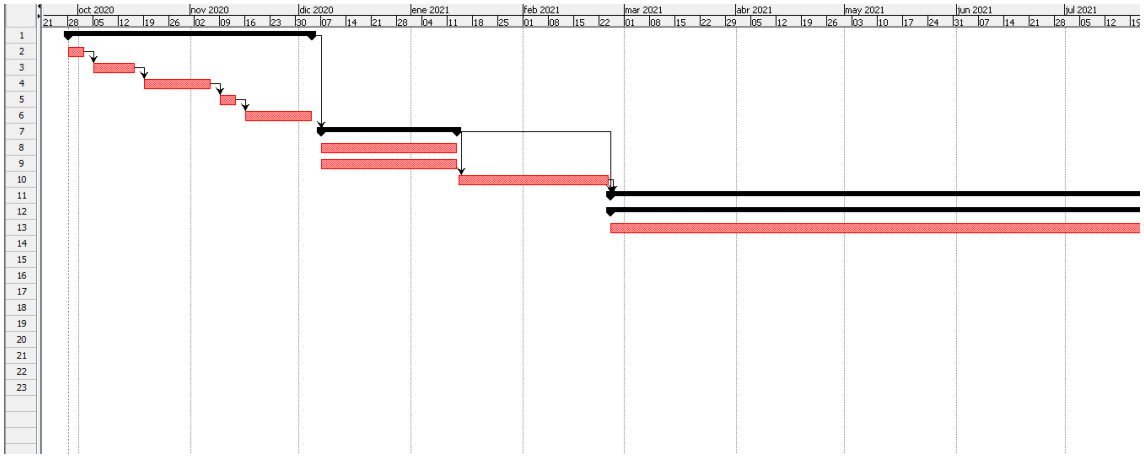


Ilustración 18: Diagrama de Gantt 1/2

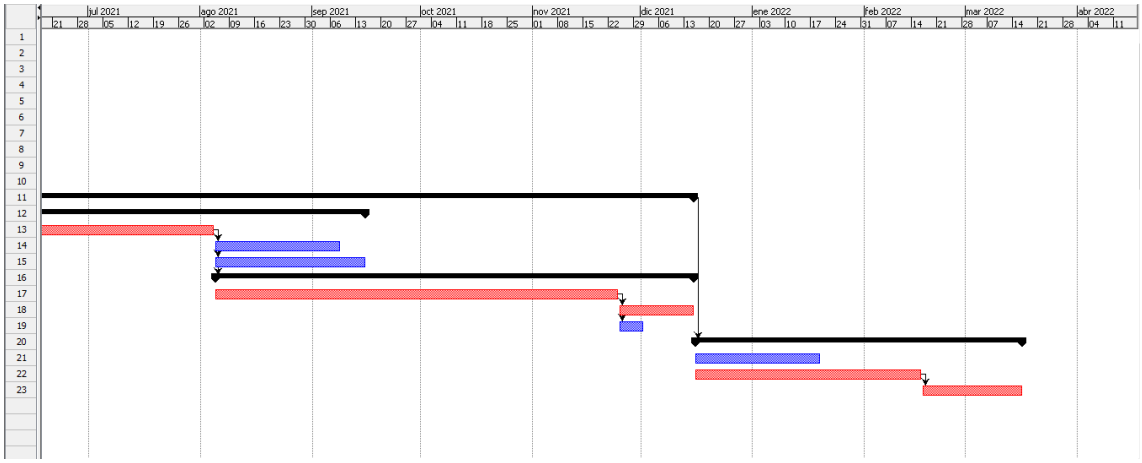


Ilustración 19: Diagrama de Gantt 2/2

1.10 Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

Toda edificación tiene que cumplir obligatoriamente el marco normativo establecido en el Código Técnico de la Edificación, CTE. En este documento se desarrollan las exigencias básicas de calidad de todo edificio e instalación, pudiendo así satisfacer los requerimientos mínimos de la edificación contemplados en la ley.

El CTE es el documento base que da pie a otros documentos, que juntos complementan todo el reglamento que se debe satisfacer en un proyecto de edificación.

La base del documento del Código Técnico de la Edificación es la ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

El Código Técnico contiene gran cantidad de apartados, en este caso el apartado que va a marcar las reglas y procedimientos para poder cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural es: Exigencias Básicas de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación (CTE-SE-AE).

Todos los cálculos de la estructura se han regido por lo indicado en el apartado DB-SE del Código Técnico de la Edificación, estos cálculos se recogen en los anexos, resolviendo los cálculos para las siguientes acciones:

- Acciones Gravitatorias
    - Cargas Superficiales
        - Peso propio del forjado
        - Pavimentos y Revestimientos
        - Sobrecarga de Uso
        - Sobrecarga de Nieve
        - Sobrecarga de tabiquería
    - Cargas Lineales
    - Peso Propio de la fachada
- Acciones del Viento
- Combinaciones de acciones

1.10.1 Limitación estructural

En el apartado 3.4.1 del documento CTE DB SE – AE, queda especificado que en una estructura de acero es interesante reducir los efectos de las variaciones de temperatura, de esta forma si se utilizan juntas de dilatación para así no tener en cuenta las acciones térmicas cuando la estructura de forma continua no supere 40 metros.

Por este motivo se ha optado por la separación de la nave en 4 tramos con un doble pórtico como separación, no superando nunca los 40 metros de estructura continua.

1.11 Ingeniería de las Obras

1.11.1 Estado en Origen

La parcela en la cual se va a desarrollar el Proyecto cuenta con una topografía llana, solamente cuenta con materia orgánica vegetal, que será eliminada en las primeras actuaciones de eliminación de la capa vegetal.

1.11.2 Construcción de Acometidas y Servicios

En todo momento se deberá buscar la fuente más próxima de suministro para los servicios de agua potable, saneamiento y electricidad, estos costes corren a cuenta del _____ al tratarse de una parcela ubicada en suelo

Siguiendo las Normas Urbanísticas municipales de Entrena, todo trabajo de concesión será ejecutado por el personal especializado perteneciente al ayuntamiento, el coste de estos trabajos será abonado al concluir los mismos por parte del Promotor.

En cuanto al servicio de agua potable, el ayuntamiento de Entrena cuanta pertenece a la Confederación Hidrográfica del Ebro, el suministro se realizará desde el río Iregua con un caudal de captación de 2,98 l/s.

La nave industrial va a desarrollar una serie de trabajos que no es necesaria la solicitud de cambio en la concesión a la Confederación.

El ayuntamiento debe cumplir el suministro del agua cumpliendo con todas las medidas sanitarias que aplican.

En cuanto la instalación de la red de saneamiento se realizará de la misma forma que la red de servicio de agua potable, se empleará la misma zanja, con la condición de que la tubería de saneamiento deberá ir por debajo de la de la red de agua potable.

Por último, la red de electricidad se ejecutará según lo establecido en el reglamento electrotécnico para baja tensión, estos requerimientos se recogen en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. El suministro siempre se hará desde el punto más cercano posible y siempre bajo tierra, instalando una caja de protección o caseta en el caso de sacar tomas.

1.11.3 Urbanización, accesos y obras exteriores

La parcela cuenta con dos de sus cuatros lados en contacto con la carretera, de este modo estos lados deberán ser acondicionados para que no haya ningún problema para la libre circulación de vehículos Así mismo con la pavimentación de la mayor área de la parcela, se habilitará un buen acceso a esta.

1.12 Bases del Proyecto

La nave industrial está destinada a la producción y almacenamiento de vino, recogiendo los procesos de recogida, prensado, almacenado y embotellado, para ello se dispone de una extensión de 5.600 metros cuadrados dentro de la nave para poder albergar todos estos procesos que se distribuirán estratégicamente para cumplir todas las necesidades de la producción.

La nave industrial contará con 3 partes bien diferenciadas: Zona de Prensado, Zona de Depósitos y Zona de Embotellado.

En la primera zona se recepcionará toda la uva distinguiendo entre uva tinta, rosada o blanca, posteriormente esta uva pasará por la zona de prensado, en la cual se extraerá el vino que posteriormente será distribuido a la zona de depósitos.

En esta zona de depósitos se almacenará el vino y permanecerá el tiempo necesario para su fermentación dentro de estos depósitos. Una vez el enólogo haya determinado que el vino ya posee las propiedades necesarias podrá ser almacenado en la zona de barricas o ir directamente a la zona de embotellado. En esta zona el vino se colocará en botellas para su posterior distribución.

Para realizar este proceso de la forma más eficiente y cumpliendo con todos los requisitos de temperatura y humedad que son los siguientes:

- Humedad Relativa: Comprendida entre 75% y 85%
- Temperatura: Comprendida entre 120 y 150.

Para poder asegurar estas condiciones dentro de todas las zonas donde se va a realizar el proceso de fabricación del vino, se emplearán tabiquería con aislante.

Están condiciones aseguran que el vino se mantenga en el rango de temperaturas de fermentación ya que si supera los 240 el vino comenzará a oxidarse.

Hay que conservar todos estos parámetros de forma rigurosa para asegurar la calidad del vino y no perjudicar su elaboración, ya que este va a ir diferentes sistemas de tuberías a través de la nave para que el vino pueda pasar por todos los procesos.

En la nueva instalación se realizará todo el proceso productivo de forma independiente y autosuficiente.

1.13 Ingeniería del Proceso

El objetivo es que la nueva planta sea eficiente al completo, por lo que se va a definir la distribución de toda la planta para que esta opere eficientemente y se eviten trabajos o tareas improductivas.

1.13.1 Layout – Distribución en Planta

El Layout es un sistema en el cual se distribuye todo el proceso productivo en planta, se puede seguir el flujo que sigue la materia prima desde que entra a la planta de producción hasta que sale de la misma. Se optará siempre por la mejor distribución teniendo en cuenta la maquinaria y la cantidad de operarios de los que se dispondrá.

El objetivo en todo momento es que la nave cuente con toda la automatización posible, evitando así fallos de origen humano y optimizando los rendimientos.

1.13.2 Descripción del proyecto

La nave industrial cuenta con 5.600 m^2, toda la extensión se ha estudiado para encontrar la mejor distribución para poder satisfacer el proceso productivo que cuenta con las siguientes fases:

- Sala de máquinas: Sala donde se ubica toda la maquinaria para controlar las condiciones climáticas de la nave industrial, así como bombas para el suministro de agua, cuadros eléctricos, …; toda máquina esencial para el correcto funcionamiento de la nave industrial.
- Zona de recepción: Zona donde se realiza la recogida de la materia prima, en este caso la uva. Se recoge a través de unas tolvas las cuales están conectadas con la zona de prensas.
- Zona de prensas: En esta zona se recoge toda la materia prima, que a través de prensas y tornillos sin fin se exprime la uva, este jugo va a través de diferentes tuberías de impulsión a los diferentes depósitos de elaboración, dependiendo del tipo de uva.
- Zona de depósitos de elaboración: En esta zona se ubicarán los depósitos que van a realizar las funciones de elaboración.
- Zona de depósitos de almacenamiento: En esta ubicación se encuentran los depósitos preparados para almacenar el vino antes de proceder a las siguientes fases del proceso productivo.
- Zona de almacenamiento en barricas: En esta zona se encuentran las barricas, las cuales serán rellenas de vino si el enólogo decide que la calidad del vino es la necesaria para que esté envejeciendo en las barricas durante meses, aportando mayor calidad a este.
- Zona de embotellado: Cuenta con la maquinaria necesaria para poder embotellar el vino en botellas de vidrio para que posteriormente vayan a la zona de expedición.
- Zona de expedición: En esta zona se almacena todas las botellas de vino ya embotelladas que se mantiene a la espera de que sean expedidas a diferentes centros comerciales, restaurantes o expendedurías, así como acciones de exportación.
- Zona de oficinas: En esta ubicación se realizarán todos los trabajos de administración y gerencia de todo el proceso productivo.
- Zona de laboratorio: Oficina especializada en la gestión y elaboración del vino en la cual el enólogo decidirá los tiempos de fermentación y realizará pruebas para determinar la calidad del vino.

El método escogido para diseñar la estructura de la nave industrial es el método de distribución por procesos, esto se debe a que toda a metería prima aunque siga un flujo lineal, no todos los procesos se producen simultáneamente para la producción; si no que la materia prima pasa obligatoriamente por todos los procesos.

Si que es cierto en algunas ocasiones la zona de almacenamiento en barricas es solamente para un pequeño porcentaje de la materia prima, pero todos los demás procesos serán de obligada ejecución para satisfacer el proceso completo.

Gracias a esta distribución se puede obtener las siguientes mejoras:

- Los trabajadores al distribuirse por procesos cuentan con más experiencia para desarrollar los distintos trabajos.
- Se controlará mucho mejor la producción al focalizar los trabajos.
- Se podrá ejecutar distintos trabajos según el material procesado que se desee.

1.13.3 Distribución en Planta y Diagrama de Flujo

Para poder desarrollar una buena distribución en planta y diagrama de flujo se va a utilizar un software, más concretamente el Corelap, en el cual indicando la cantidad de procesos, la importancia de las relaciones y la cantidad de metros cuadrados de la se dispone se podrá ejecutar el cálculo de forma correcta.

Para la producción la relación entre los distintos departamentos se evalúa en una escala del 10 al 0, en 6 distintos niveles:

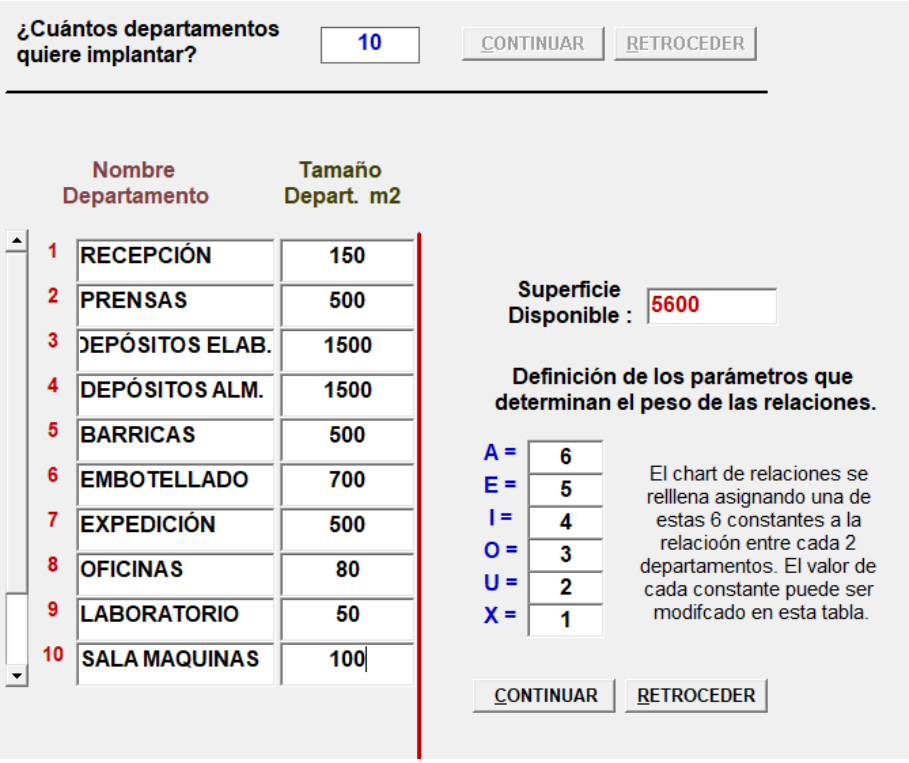


Ilustración 20: Partes del sistema productivo y área de estos

Como se puede observar en la imagen superior se ha establecido el porcentaje de superficie distribuido por proceso, penando siempre en el óptimo funcionamiento de la planta de producción. A continuación se van a describir las dos opciones que se pueden dar en el proceso de elaboración de vino:

- Elaboración de vinos con envejecimiento: Cuando se habla de este tipo de proceso, se utilizan todas las estaciones de trabajo y la materia prima pasa por todas las fases que producción. El objetivo con este tipo de proceso es conseguir unos vinos de mayor calidad, lo que conllevan más tiempo de producción debido a su tiempo de espera en barrica para su envejecimiento y adquisición de propiedades.
- Elaboración de vinos sin envejecimiento: En este caso la materia prima no pasará por el proceso de almacenamiento en barricas. El objetivo con este proceso es la creación de un vino con otras propiedades a vino comentado anteriormente.

Ilustración 21: Relación entre las partes de los procesos productivos

Una vez establecidas las relaciones entre las diez zonas por las que va a estar formada la nave industrial y la posterior explotación en forma de bodega, se asignan los valores de TCR según las relaciones que se han establecido.

ORDENACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS POR IMPORTANCIA

Orden	Nombre	TCR	Superficie m2
1.-	LABORATORIO	42	50
2.-	EMBOTELLADO	37	700
3.-	DEPÓSITOS ALM.	36	1500
4.-	DEPÓSITOS ELAE	35	1500
5.-	BARRICAS	33	500
6.-	PRENSAS	32	500
7.-	RECEPCIÓN	28	150
8.-	OFICINAS	26	80
9.-	EXPEDICIÓN	24	500
10.-	SALA MAQUINAS	21	100

Solución Gráfica

☐ Calcular Iteraciones

Superficie Requerida < Superficie Disponible

Superficie Requerida: 5580

Superficie Disponible: 5600

Ilustración 22: Índice de TCR de cada parte del proceso productivo

Una vez asignados todos los valores TCR a las diferentes ubicaciones, el programa software nos propone una posible distribución en planta. Tiene la configuración más adecuada, siguiendo un flujo lineal.

LAYOUT

Ilustración 23: LAYOUT

1.13.4 Procesos Automatizados y Maquinaria

A continuación se van a pasar a explicar y detallar toda la maquinaria que es necesaria para poner en funcionamiento la nave industrial y que pueda desarrollar las funciones de bodega correctamente.

1.13.4.1 Recepción

En la primera fase y recogida de materias primas se va a instalar la siguiente maquinaria:

- Cuba con visinfín: Es el punto de partida de todo el proceso, donde la materia prima que en este caso es la uva, se pone en contacto con todo el proceso productivo. Este tipo de cubas nos permiten verter la uva desde remolque, camión o cajas. La velocidad del visinfin se pude regular dependiendo de la cantidad de materia prima que sea vertida y la rapidez que queremos que llegue a la siguiente fase.
  La cuba está fabricada en acero inoxidable, cumpliendo los estándares de calidad y requerimientos de la industria alimentaria.

Ilustración 24: Cuba y visinfín (Dellatoffola)

- Estrujadora: Después de haber realizado la recogida a través de los visinfin que se necesiten se comunicará la cuba con la estrujadora, esta máquina ayuda a realizar el proceso de limpieza de la uva, realizando una separación de los granos de forma perfecta. La limpieza se convierte en un proceso rápido y eficaz.
  La estrujadora está fabricada en acero inoxidable, cumpliendo los estándares de calidad y requerimientos de la industria alimentaria.

Ilustración 25: Estrujadora (Dellatoffola)

1.13.4.2 Prensado

Para el proceso de prensado se va a utilizar la siguiente maquinaria:

- Prensa neumática de membrana de tanque cerrado: Esta prensa aporta soluciones técnicas extraordinarias, convirtiendo el proceso de prensado en un proceso muy eficiente y de resultados excelentes.
  Esta prensa es capaz d procesar cualquier tipo de vino pero tiene un rendimiento extra para vinos tintos, estos son principalmente con los que se van a trabajar en la bodega. Está gobernada por un sistema autómata y programable, que integra un panel de control y un ordenador, estos programables.
  La prensa está fabricada en acero inoxidable, cumpliendo los estándares de calidad y requerimientos de la industria alimentaria.

Ilustración 26: Prensa neumática (Dellatoffola)

1.13.4.3 Depósitos de Elaboración

Tras la zona de prensado el mosto va a ir a la zona de depósitos, la cual se va a hacer una distinción, dependiendo de las funciones de los depósitos, ya que dependiendo de su tamaño, forma y condiciones tienen diferentes funciones.

En este caso los depósitos de elaboración cuentan con puertas de guillotina, grifos sacamuestras para realizar pruebas y comprobaciones de la fermentación del vino, camisas de

refrigeración para controlar la temperatura dentro del depósito en todo momento, etc.; accesorios para poder controlar el proceso de fermentación de la forma idónea.

Todo elemento del depósito está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 27: Depósitos de elaboración (Intranox)

1.13.4.4 Depósitos de Almacenamiento

En este caso se van a instalar depósitos de almacenamiento para poder alojar el vino que ya ha acabado el proceso de fermentación, y que se almacenarán en estos depósitos antes de que o bien pasen a la fase de embotellado o bien se lleven a las barricas para que envejezcan.

Todo elemento del depósito está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 28: Depósitos de almacenamiento (Intranox)

1.13.4.5 Barricas

La zona de barricas está acondicionada para ubicar gran cantidad de barricas, en este caso es imprescindible mantener los parámetros de temperatura y humedad en lo establecido anteriormente, ya que estas barricas son de madera y no es posible realizar el control de temperatura con ayuda de otras instalaciones o maquinaria.

Ilustración 29: Barricas para la crianza de vinos

1.13.4.6 Embotellado

En esta zona de la nave industrial se van a implementar un gran número de máquinas para sí intentar automatizar al completo este proceso final de la elaboración.

- Esterilizadora: Desempeña la función de limpieza y esterilización tanto interior como exterior de las botellas de vidrio antes de que estas sean rellenadas de vino. Se utilizan sustancias esterilizantes como yodo, ácido peracético, etc.
  Todo elemento de la esterilizadora está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 30: Esterilizadora (Dellatoffola)

- Sistema e llenado por gravedad EVO-G: Este sistema de llenado aprovecha simplemente la gravedad para conseguir el llenado de todas las botellas, este llenado se programa en la máquina de tal manera que el depósito que contiene el vino va liberándolo hasta que las botellas alcanzan el nivel establecido.
  Todo elemento del sistema de llenado está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 31: Sistema de llenado (Dellatoffola)

- Tapadora de corcho: Desarrolla la función de encorchar la botella de vino previamente llenada, el corcho es introducido a presión mediante el levantamiento de la botella.
  Todo elemento del sistema de tapadora está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 32: Tapadora de corchos (Dellatoffola)

- Etiquetadora rotativa MOD. ET 3000 Automática: Se empleará esta máquina para realizar el proceso de etiquetado de todas las botellas, tiene una velocidad de 3000 botellas por hora. Esta máquina es configurable y programable, posee sensores para poder establecer los ciclos de trabajo según la producción que se quiera ejecutar.
  Todo elemento del sistema de tapadora está hecho con acero inoxidable y material higiénico, asegurando los estándares de calidad para la industria alimentaria.

Ilustración 33:Etiquetadora (Dellatoffola)

1.13.4.7 Expedición

En esta zona de la nave industrial se utilizará diferentes maquinarias para poder manejar las cajas y pallets, ya sea para almacenarlos en su correspondiente zona o para que sean preparados para expedirlos a través de un medio de transporte como camión o furgoneta.

- Transpaleta a mano: Esta herramienta sirve para desplazar los pallets por el piso, no pudiendo elevarlos más de 30 centímetros, altura para que permita el libre desplazamiento. La masa máxima que puede levantar es de 2.500 kg.

Ilustración 34: Transpaleta mecánica

- Toro elevador eléctrico: Esta herramienta sirve para desplazar los pallets por el piso y acierta altura, para poder apilarlos. La altura máxima de elevación es de 4 metros desde el piso hasta las uñas. La masa máxima que puede levantar es de 4.000 kg.

Ilustración 35: Toro elevador eléctrico

1.13.5 Diagrama de Recorrido

Para poder establecer un flujo de trabajo adecuado, se va a desarrollar el método Diagrama de Recorrido, este método consiste en definir un esquema general de la planta de producción, mostrando todos los procesos productivos y las operaciones que se desarrollan en cada uno. El Diagrama de Recorrido va a registrar cualquier acción que se dé dentro de la nave tanto procesos de ejecución de tareas como funciones de transporte, demoras, almacenajes e inspecciones.

La representación gráfica de cada flujo de trabajo se realizará mediante un plano en planta y líneas, para poder seguir el recorrido en todo momento. Como se ha citado anteriormente, se pueden establecer diferentes acciones en cada proceso productivo que son los siguientes:

- Inspección: Acción realizada por especialistas o técnicos de comprobación de la calidad del producto, de la cantidad o de ambas. Se representa mediante un cuadrado.
- Operación: Acción de una actividad que le da valor al producto y forma parte del proceso productivo. El producto sufre una modificación durante el proceso.
- Transporte: Acción de desplazar el producto de un punto de trabajo a otro, para que complete este su ciclo productivo.
- Almacenamiento: Acción de depositar el producto en diferentes zonas de almacenaje ya sean almacenajes momentáneos para realizar lotajes en ciclos productivos o almacenajes definitivos, en los cuales el producto queda allí por un largo periodo de tiempo.
- Demora: Acción de espera tras otra acción y que el producto no puede seguir el flujo de trabajo por diferentes motivos.
- Activad combinada: Conjunto de acciones que se dan de forma simultánea en el flujo de trabajo de la nave.

ACCIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA
Inspección	
Operación	
Transporte	
Almacenamiento	
Demora	
Actividad Combinada	

Tabla 1: Operaciones en un LAYOUT

Una vez explicado el método y como elaborarlo, el objetivo de este es ser capaces de encontrar las mermas de tiempo, trabajos improductivos, mermas, puntos de acumulación de trabajo por falta de organización (cuellos de botella).

Gracias a este método podemos eliminar muchos problemas de producción que se suceden sin tener constancia de ellos.

En el documento de Planos se encuentra la distribución en planta de los procesos y los flujos que realiza el producto.

DOCUMENTO 2: PLANOS

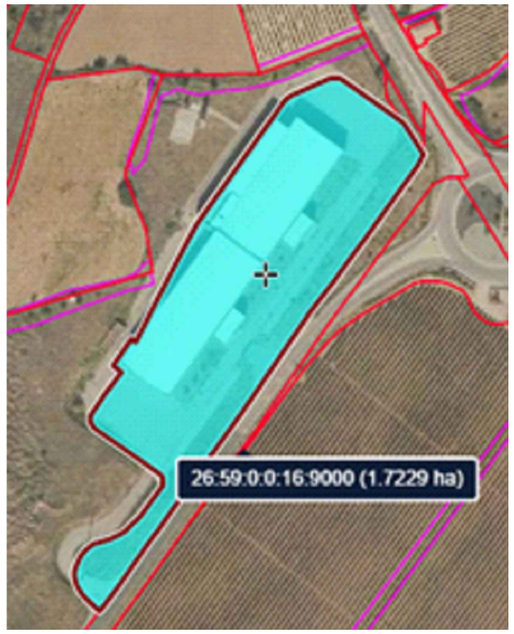
“PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL Y CICLO PRODUCTIVO DE UNA BODEGA”

SEPTIEMBRE DE 2020

ALUMNO: AARON RODRIGUEZ MARTÍNEZ
TUTOR: MARIA ANGELES MARTINEZ CALVO

ÍNDICE

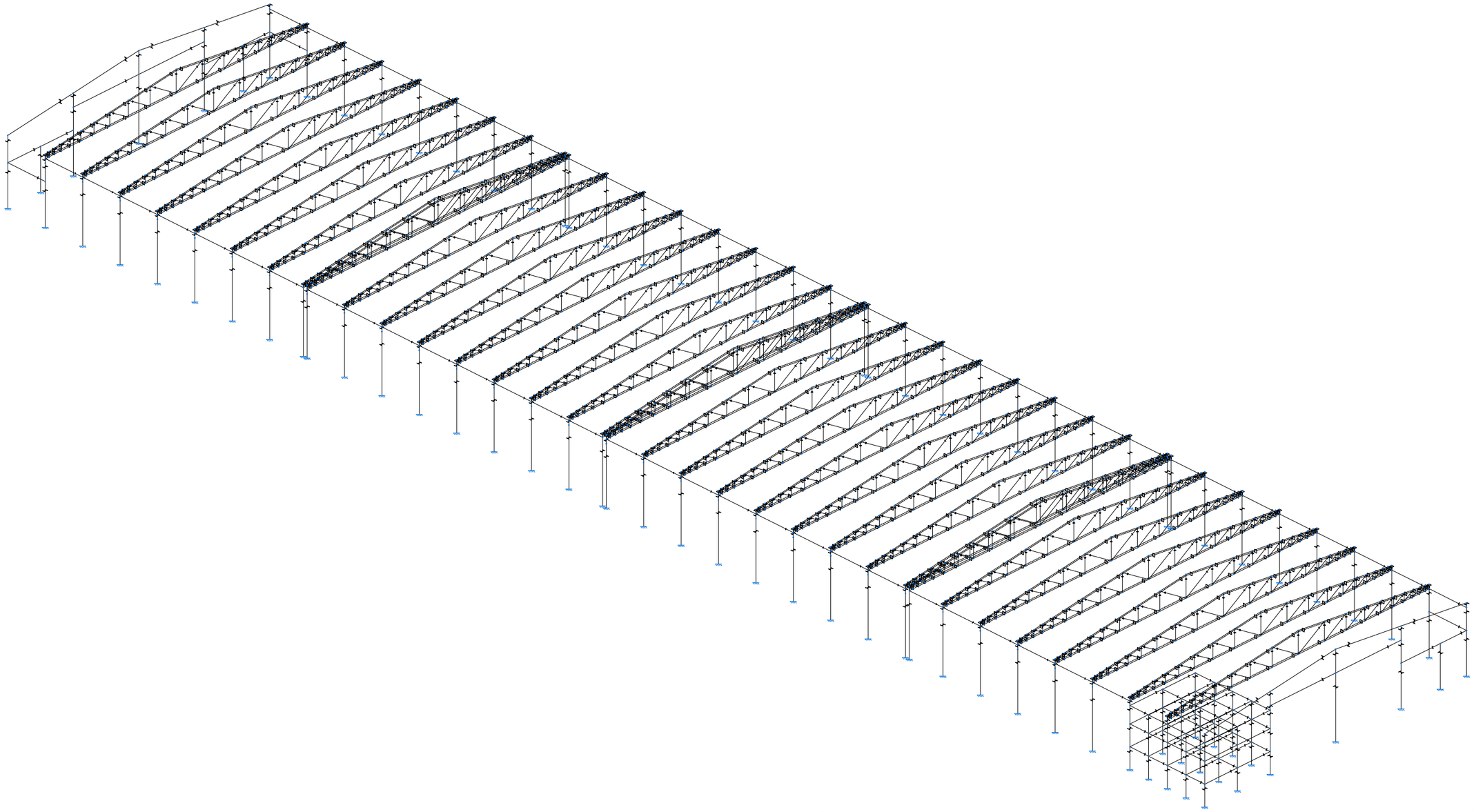
44. Uniones 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136 y 137 (U_020)
45. Uniones 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151 y 152 (U_021)
46. Uniones 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165 y 166 (U_022)
47. Vista 2D - LAYOUT (2D_023)



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:50	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_024
Proyección	VISTA 2D - LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



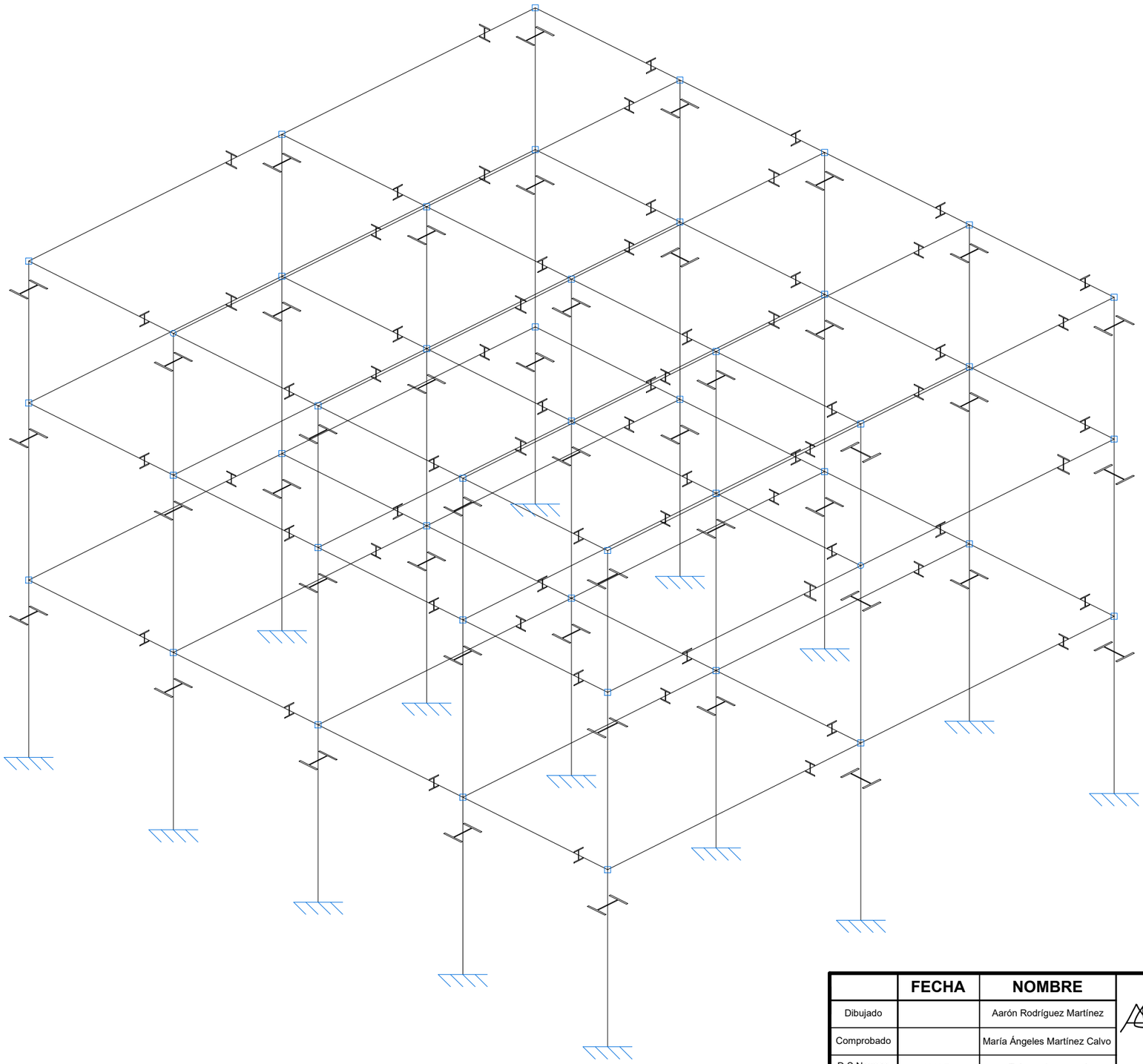
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			

Escalas: 1:20	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 3D_001
Proyección	VISTA 3D GENERAL	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

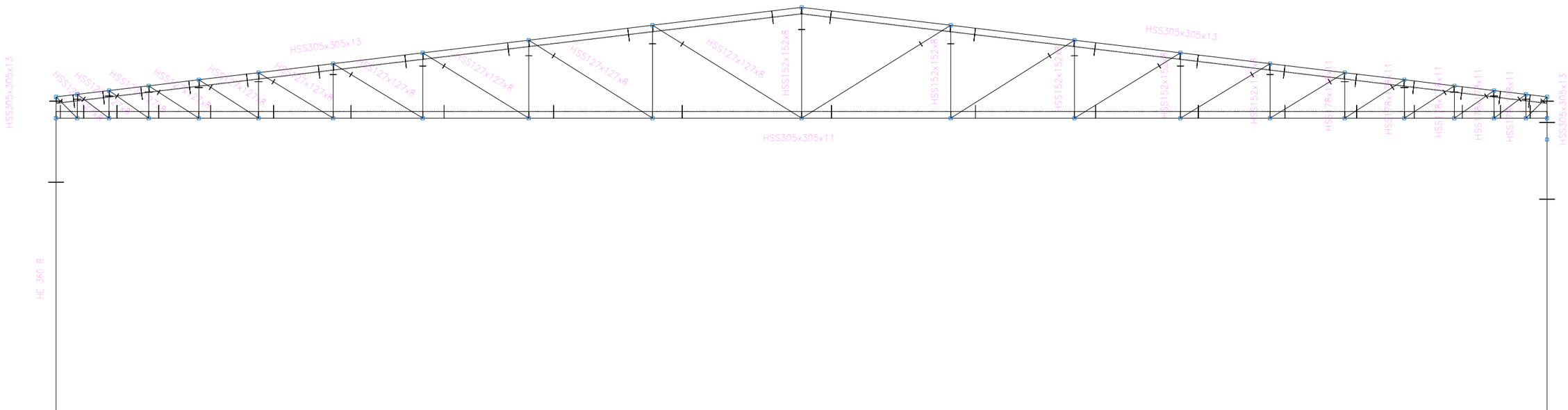
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			

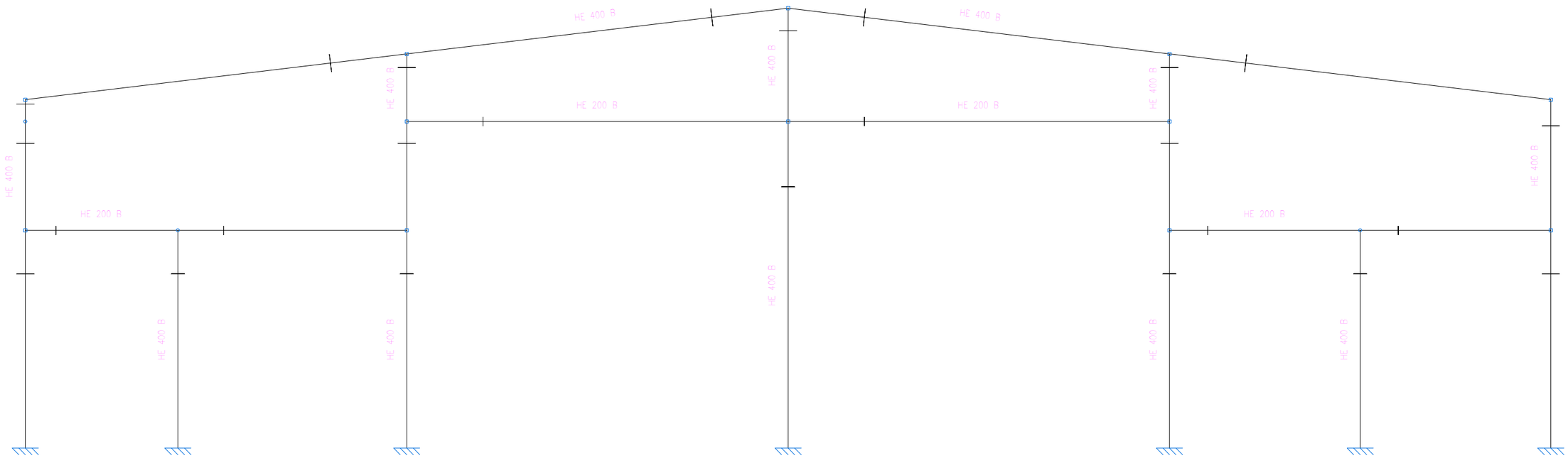
Escalas: 1:2,78	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 3D_002
Proyección	VISTA 3D OFICINAS	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: 1:5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: 2D_001
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO CENTRAL				Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Escalas: 1:5

TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL

Número: 2D_002

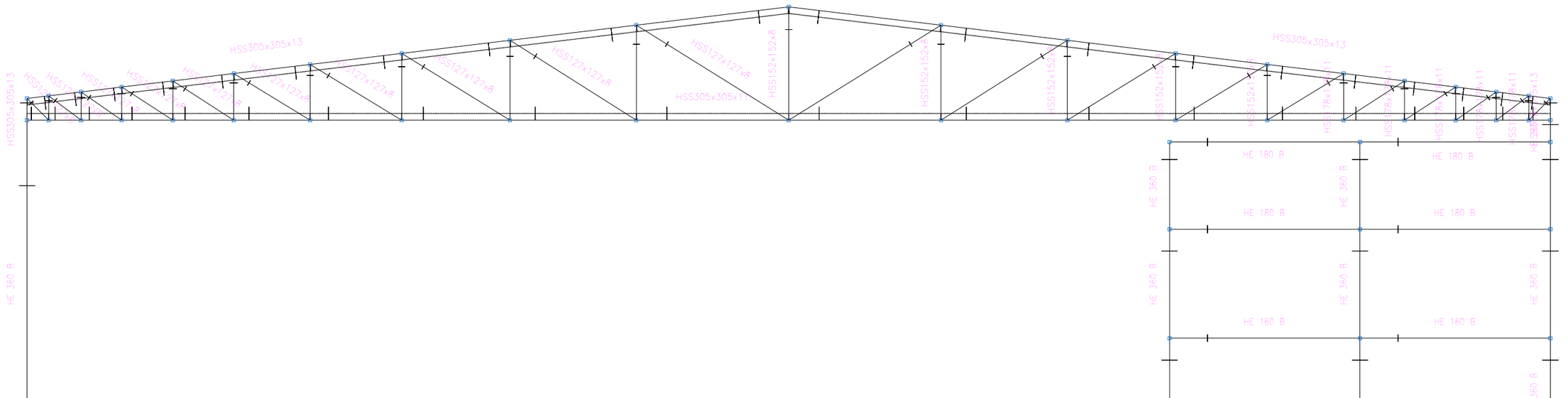
Proyección

VISTA 2D - PÓRTICO EXTERIOR

Sustituye a

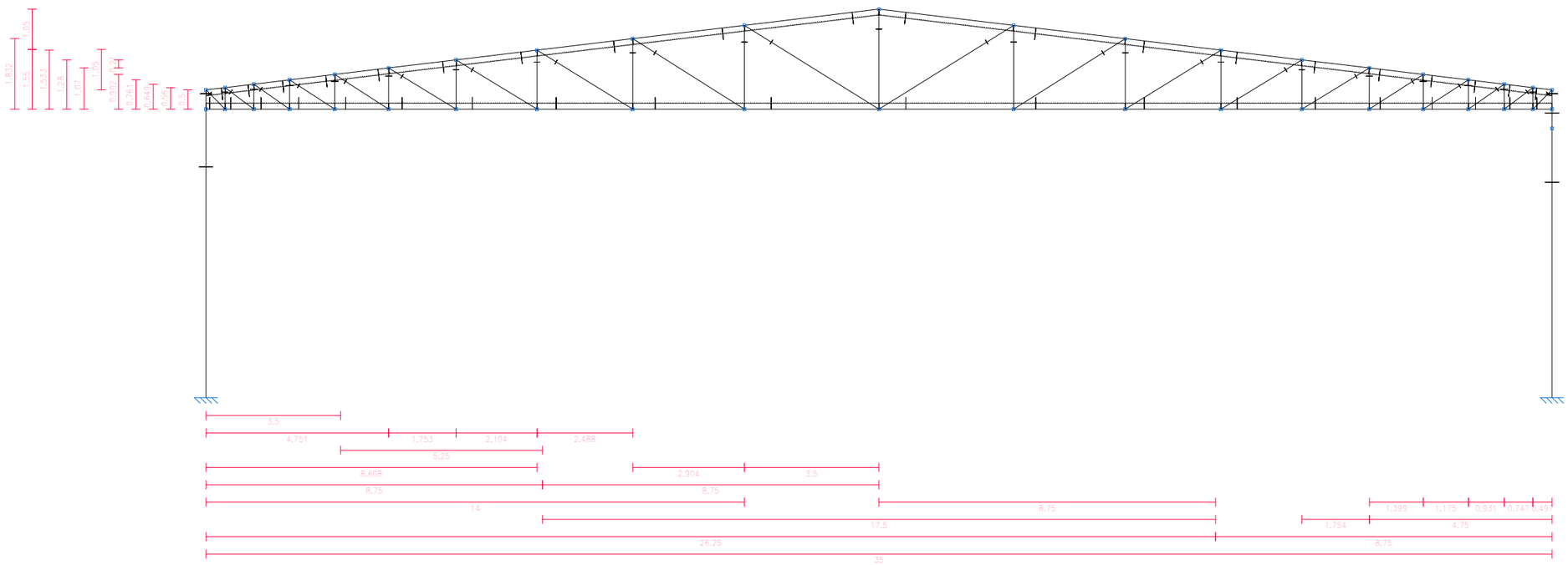
Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: 1:5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**			Número: 2D_003	
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO CENTRAL Y OFICINAS			Sustituye a	
				Sustituido por	

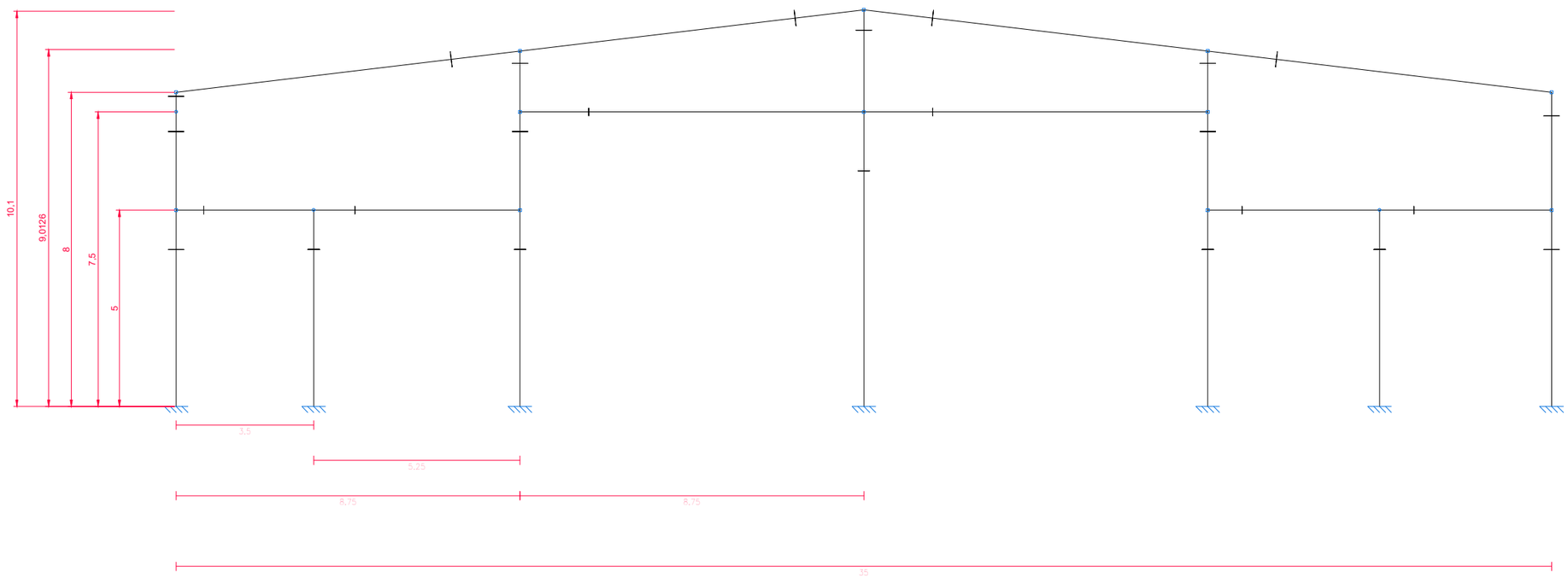
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

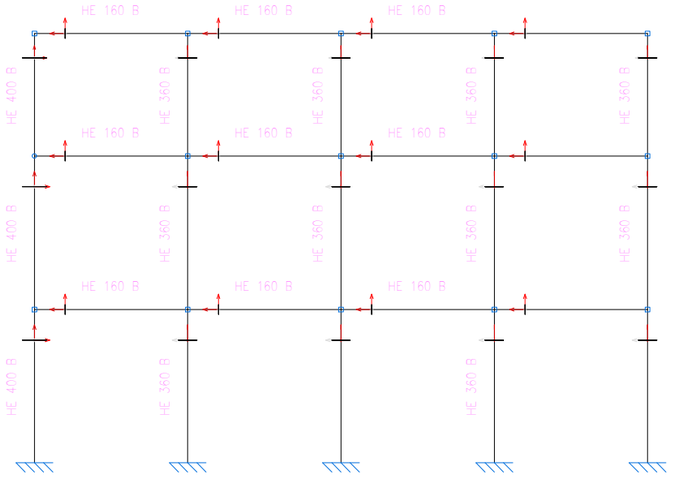
Escalas: 1:6,67	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_004
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO CENTRAL COTAS	Sustituye a Sustituido por

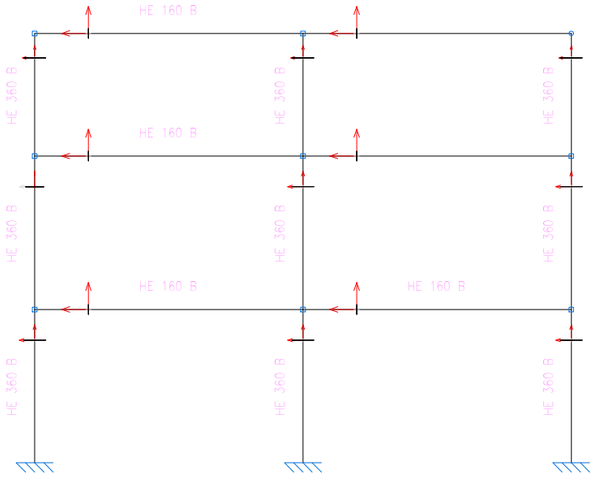
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

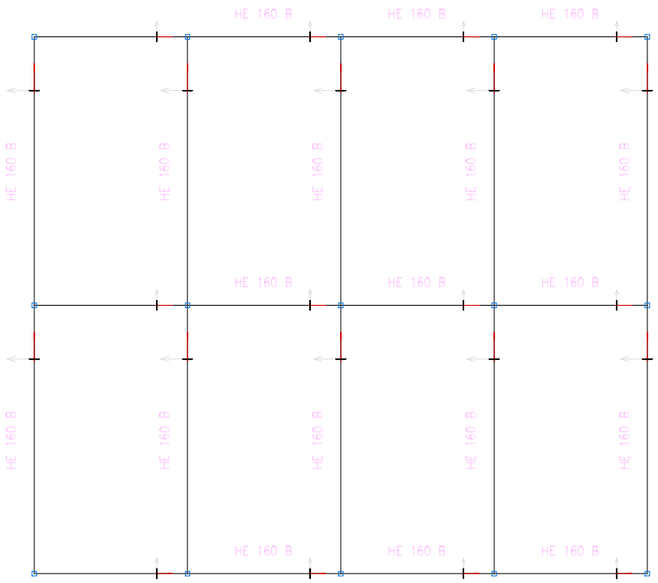


	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: 1:6,67	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: 2D_005
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO EXTERIOR COTAS				Sustituye a
					Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

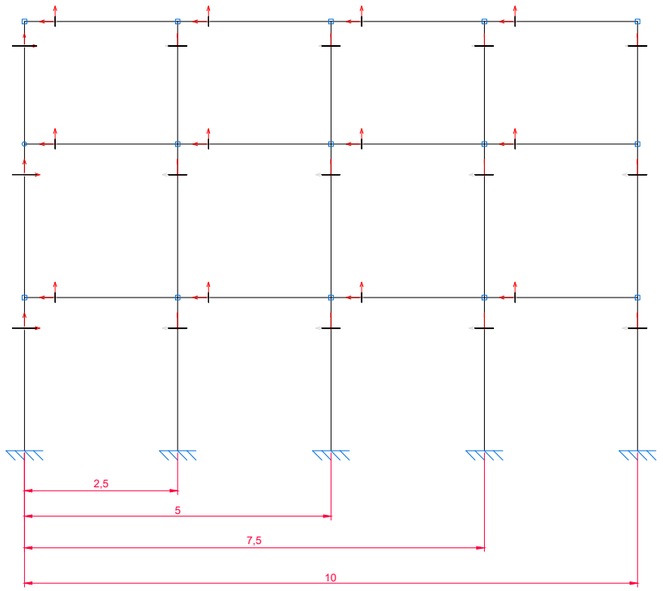


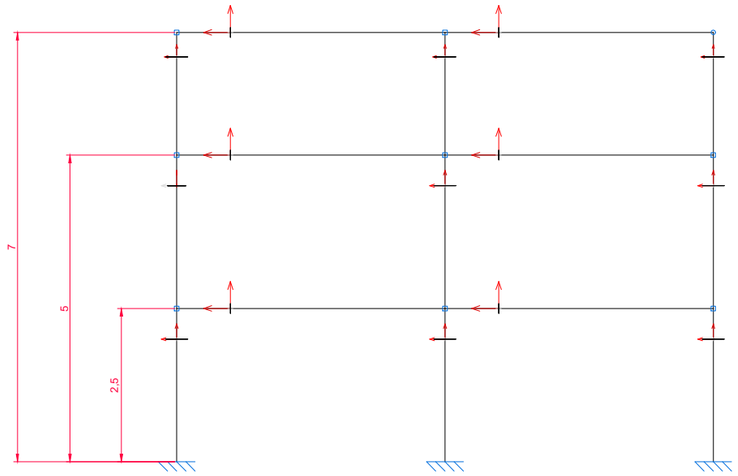


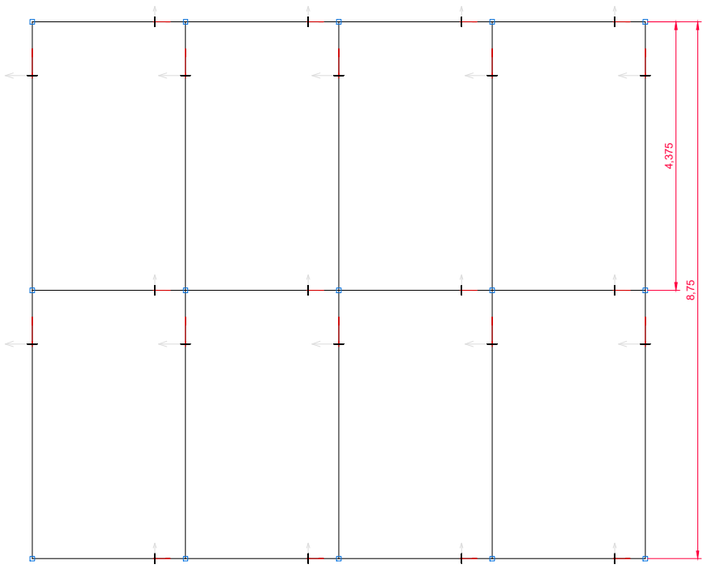


	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**			Número: 2D_006
Proyección	VISTA 2D - OFICINAS			Sustituye a
				Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK





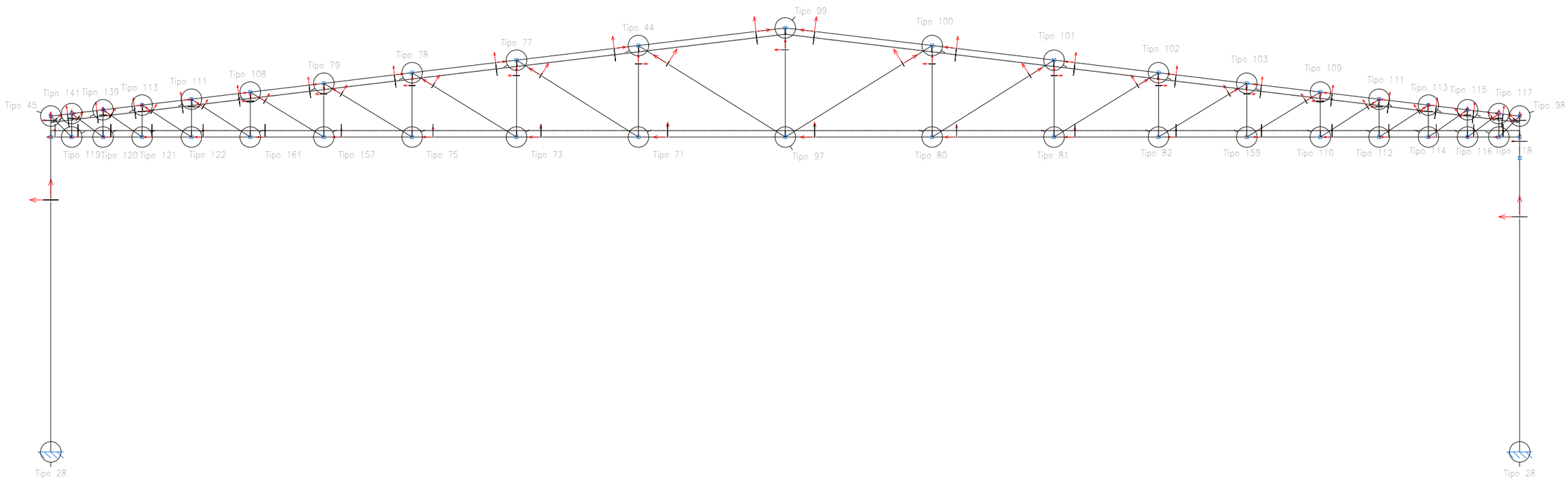


Escriba el texto aquí

	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_007
Proyección	VISTA 2D - OFICINAS COTAS	Sustituye a
		Sustituido por

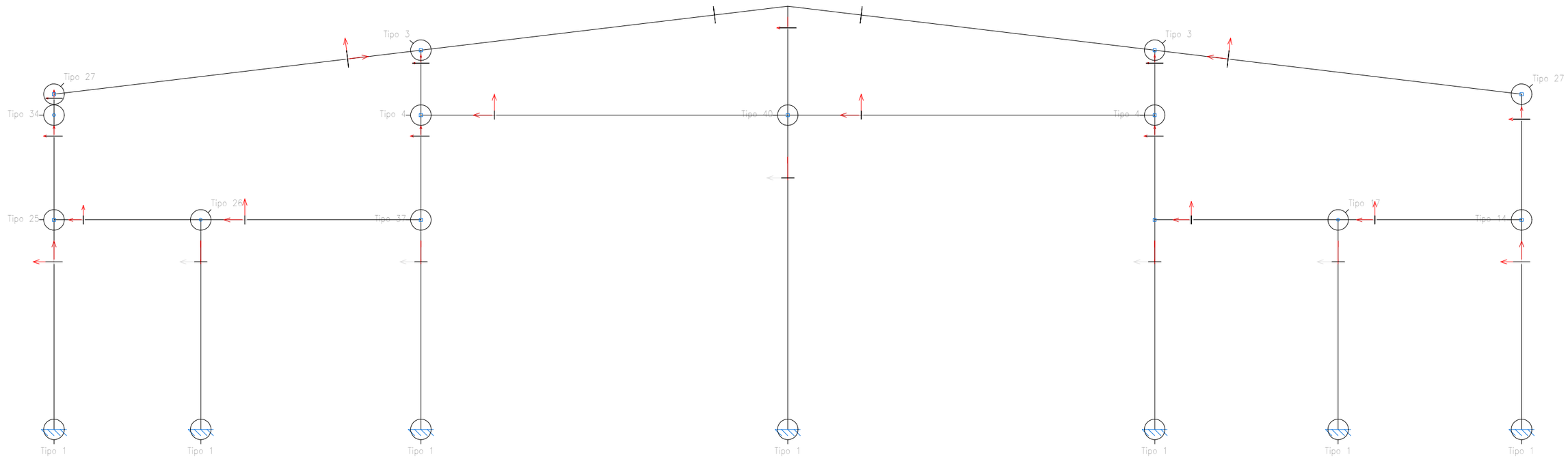
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_008
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO CENTRAL UNIONES	Sustituye a Sustituido por

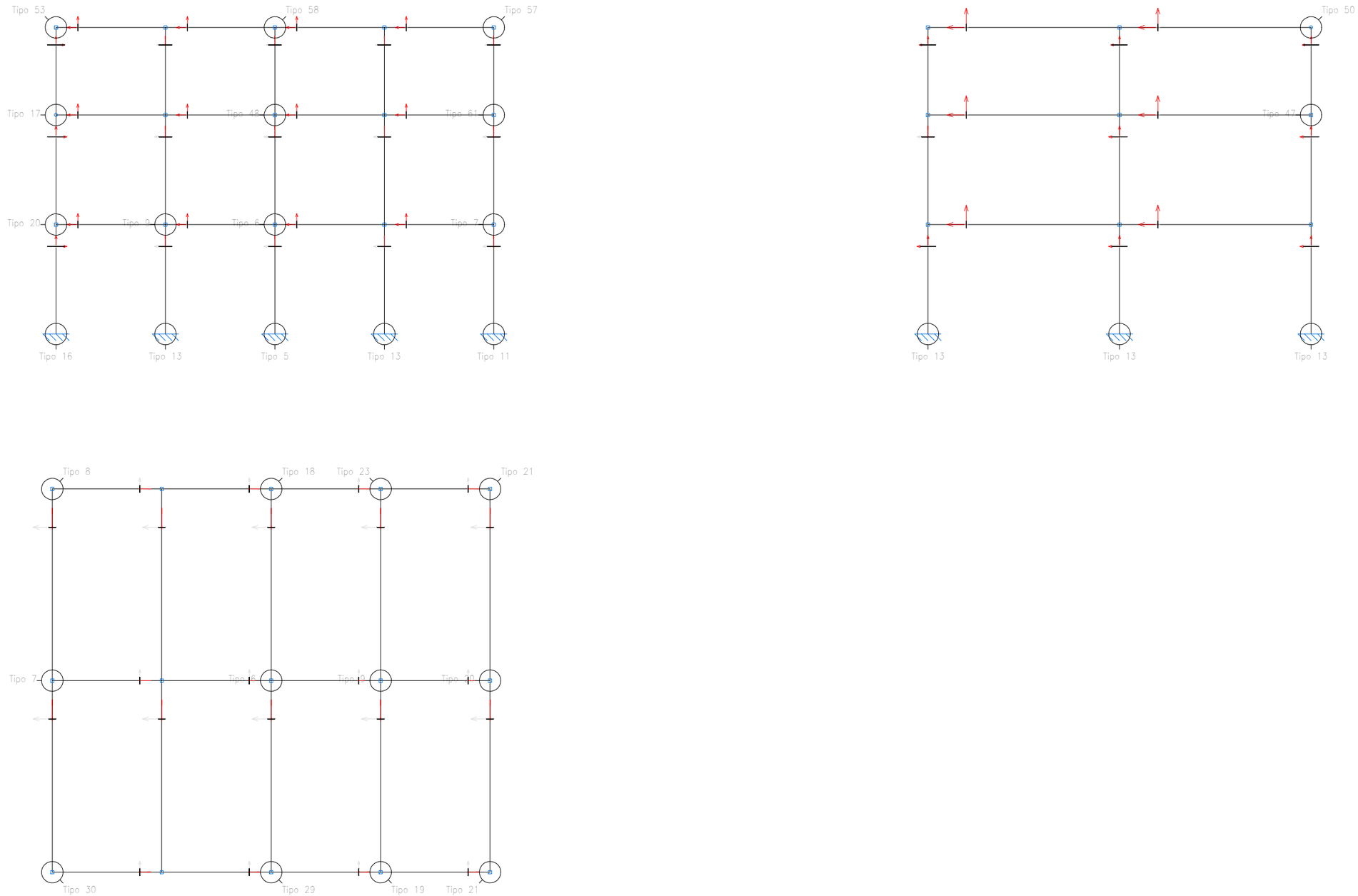
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

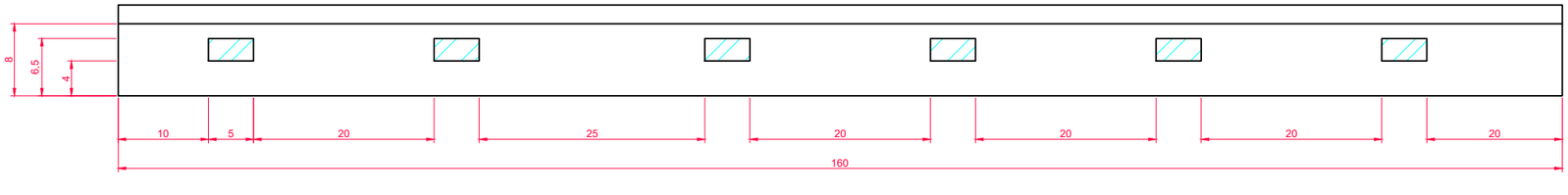
Escalas: 1:5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_009
Proyección	VISTA 2D - PÓRTICO EXTERIOR UNIONES	Sustituye a
		Sustituido por

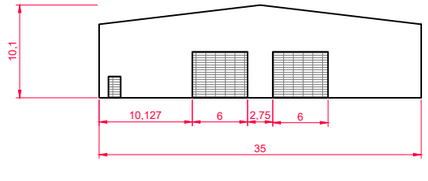
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

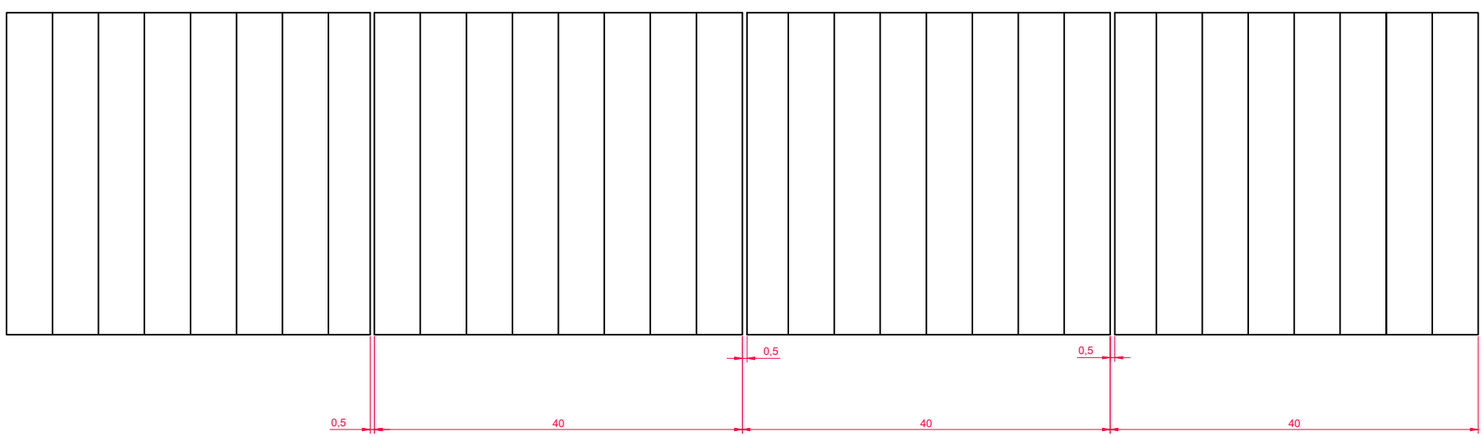


	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: 2D_0010
Proyección	VISTA 2D - OFICINAS UNIONES				Sustituye a
					Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

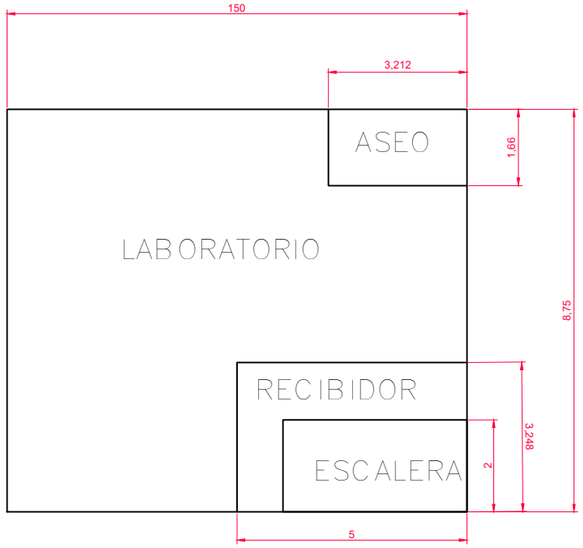




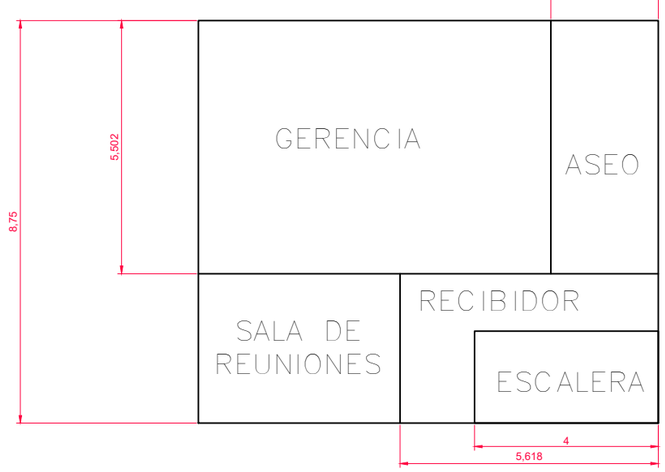


	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		
Escalas: 1:33,33	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**			Número: 2D_011
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL COMPLETA VISTAS			Sustituye a
				Sustituido por

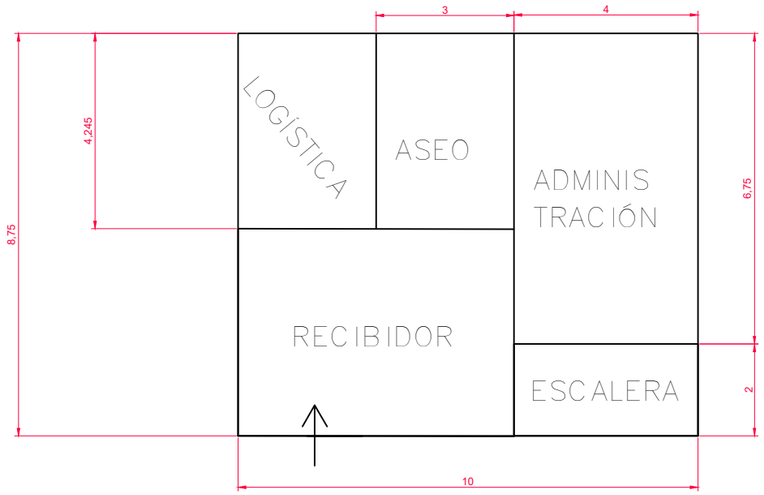
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



PLANTA 2



PLANTA 1

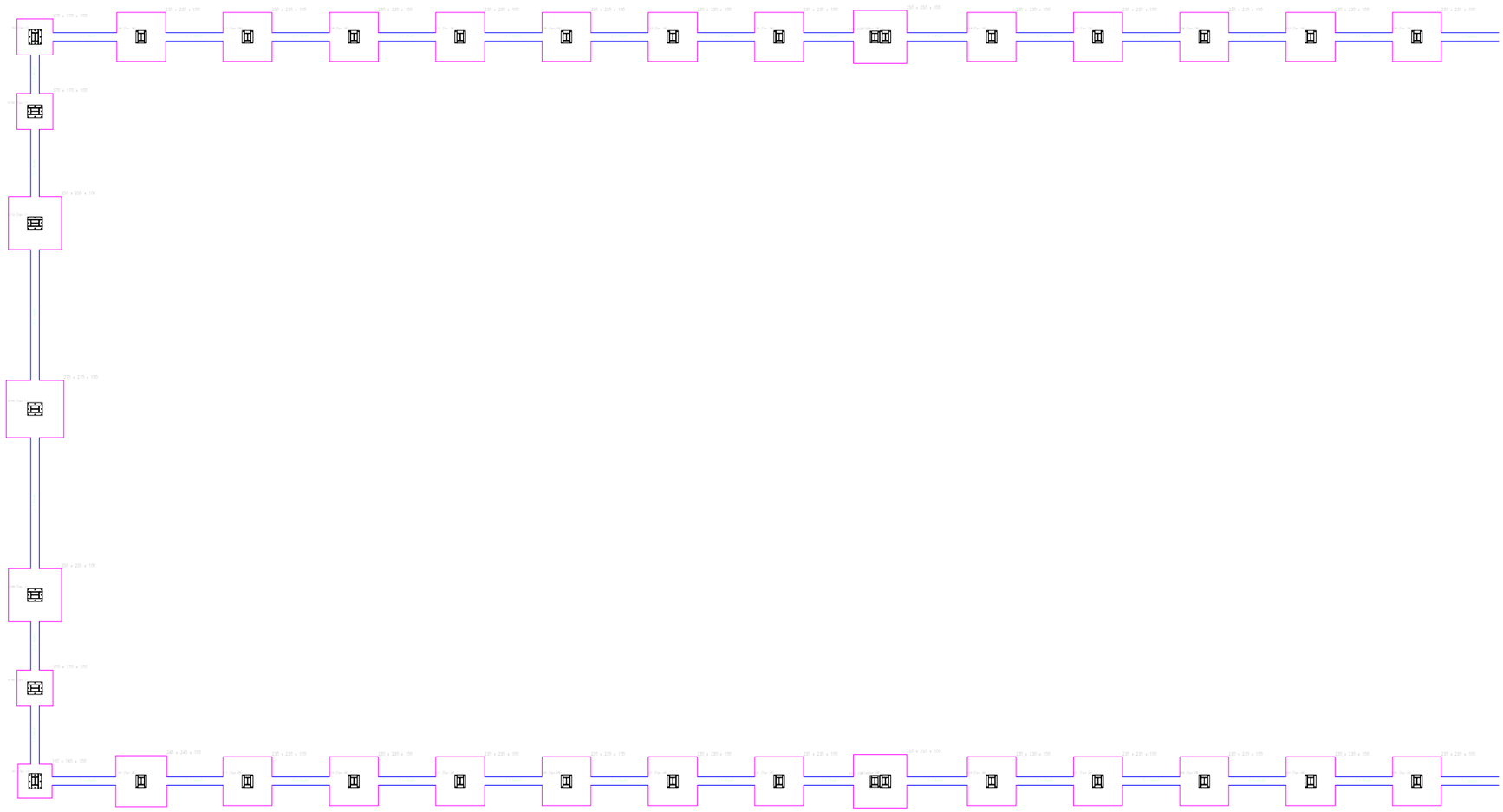


PLANTA 0

	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:33,33	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_012
Proyección	VISTA 2D - PLANTA DISTRIBUCIÓN DE OFICINAS	Sustituye a
		Sustituido por

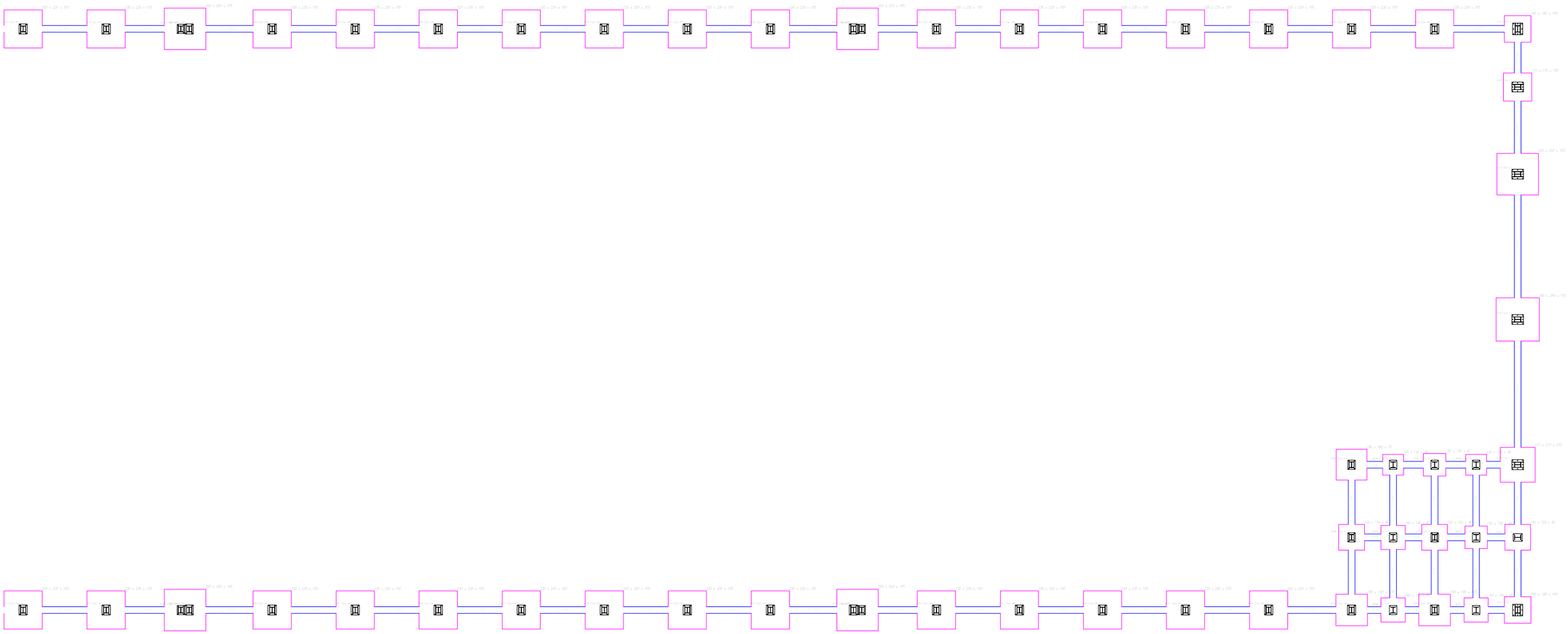
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:20	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_013
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN 1/2	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

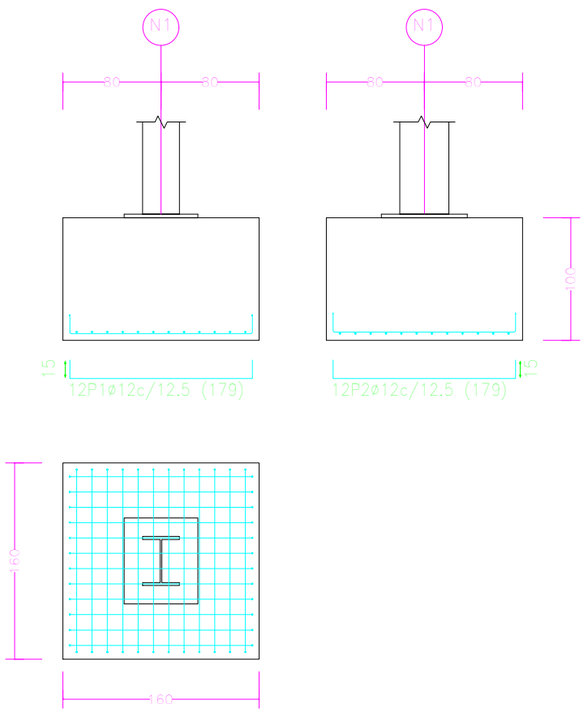


	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

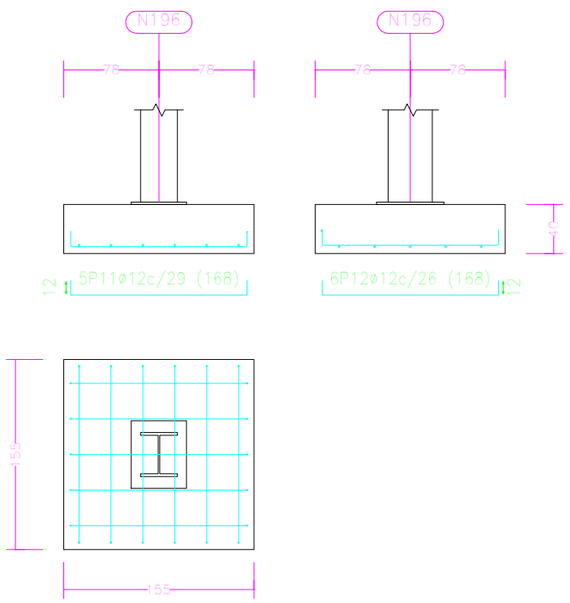
Escalas: 1:20	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_014
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN 2/2	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

N1, N161 y N163

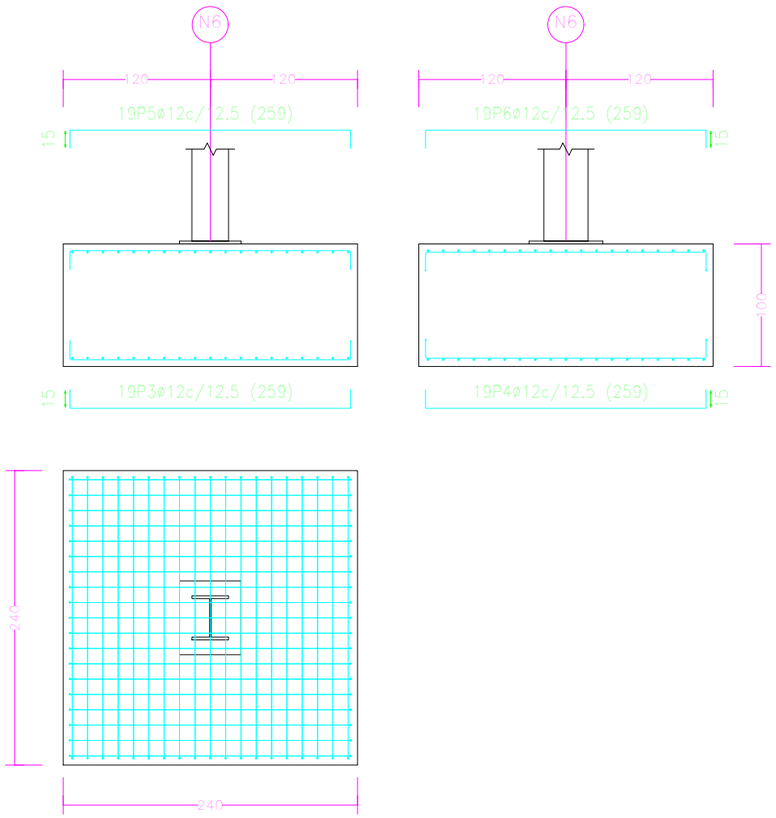


N196

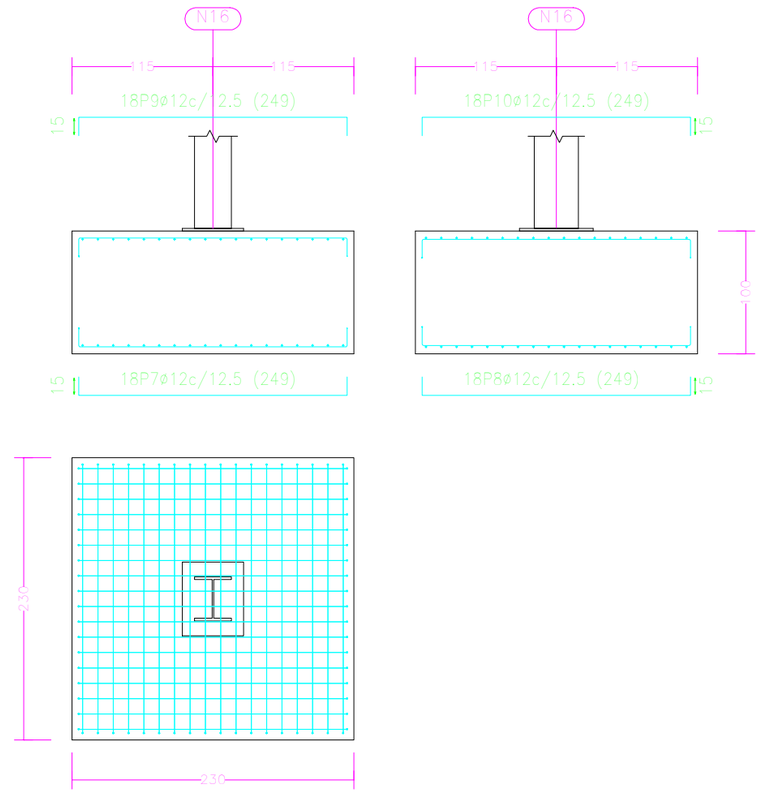


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N1=N161=N163	1	ø12	12	179	2148	19.1
	2	ø12	12	179	2148	19.1
					Total+10%:	42.0
					(x3):	126.0
N6	3	ø12	19	259	4921	43.7
	4	ø12	19	259	4921	43.7
	5	ø12	19	259	4921	43.7
	6	ø12	19	259	4921	43.7
					Total+10%:	192.3
N16=N11=N21=N26=N31=N36 N46=N51=N56=N61=N66=N71 N76=N86=N91=N96=N101 N106=N111=N116=N126=N131 N136=N141=N146=N8=N13 N18=N23=N28=N33=N38=N48 N53=N58=N63=N68=N73=N78 N88=N93=N98=N103=N108 N113=N118=N128=N133=N138 N143=N148=N153=N158	7	ø12	18	249	4482	39.8
	8	ø12	18	249	4482	39.8
	9	ø12	18	249	4482	39.8
	10	ø12	18	249	4482	39.8
					Total+10%:	175.1
					(x53):	9280.3
N196	11	ø12	5	168	840	7.5
	12	ø12	6	168	1008	8.9
					Total+10%:	18.0
					ø12:	9616.6
					Total:	9616.6

N6



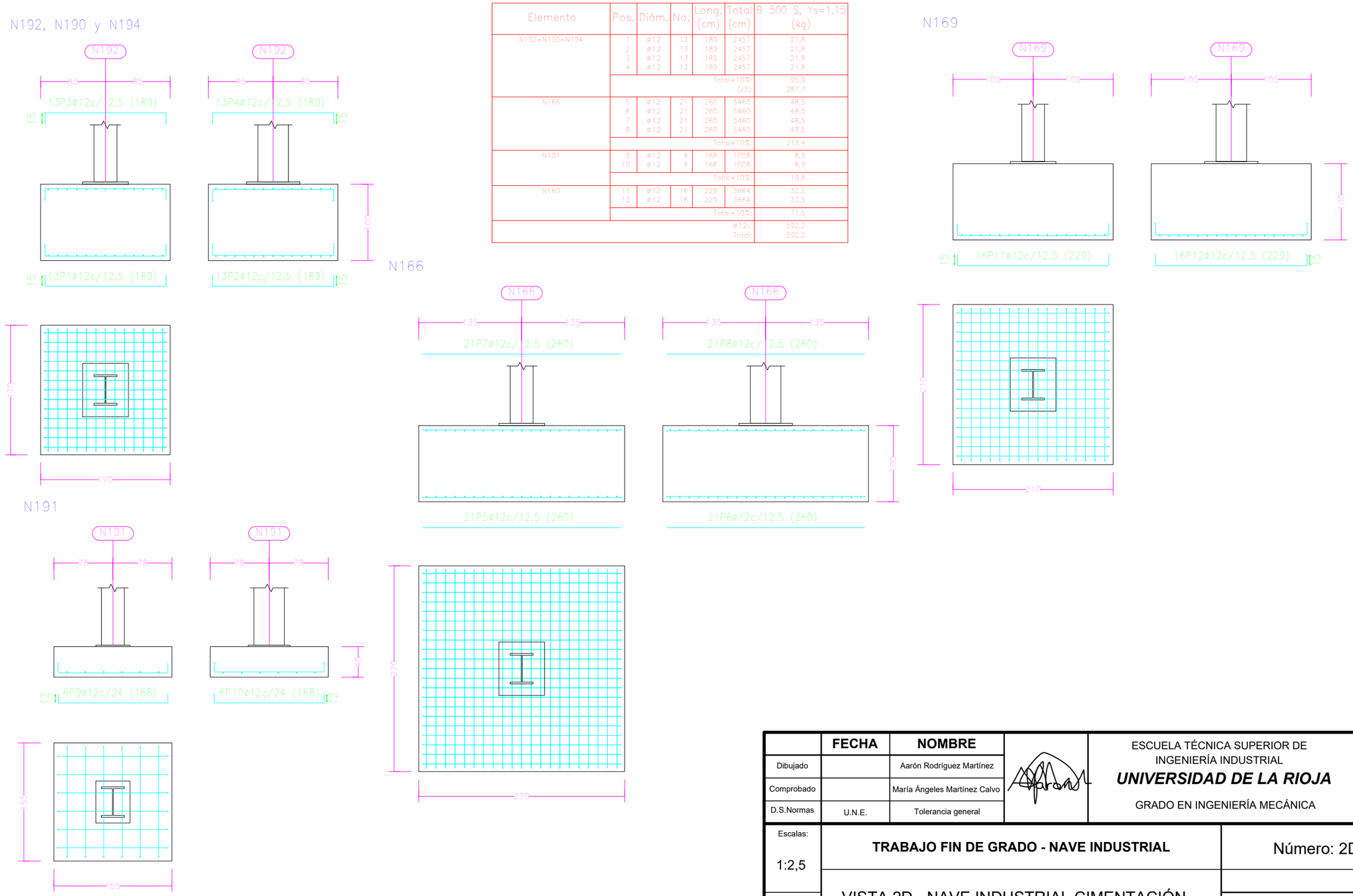
N16, N11, N21, N26, N31, N36, N46, N51, N56, N61, N66, N71, N76, N86, N91, N96, N101, N106, N111, N116, N126, N131, N136, N141, N146, N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78, N88, N93, N98, N103, N108, N113, N118, N128, N133, N138, N143, N148, N153 y N158



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:2,5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_015
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N192=N190=N194	1	ø12	13	189	2457	21.8
	2	ø12	13	189	2457	21.8
	3	ø12	13	189	2457	21.8
	4	ø12	13	189	2457	21.8
	Total+10%:					95.9
	(x3):					287.7
N166	5	ø12	21	260	5460	48.5
	6	ø12	21	260	5460	48.5
	7	ø12	21	260	5460	48.5
	8	ø12	21	260	5460	48.5
	Total+10%:					213.4
N191	9	ø12	6	168	1008	8.9
	10	ø12	6	168	1008	8.9
	Total+10%:					19.6
N169	11	ø12	16	229	3664	32.5
	12	ø12	16	229	3664	32.5
	Total+10%:					71.5
	ø12:					592.2
	Total:					592.2

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez	
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo	
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general	

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Escalas: 1:2,5

TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL

Número: 2D_016

Proyección

VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 1

Sustituye a

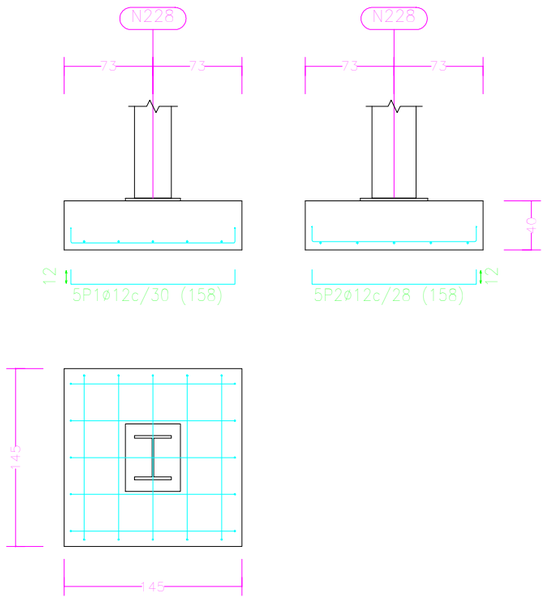
Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

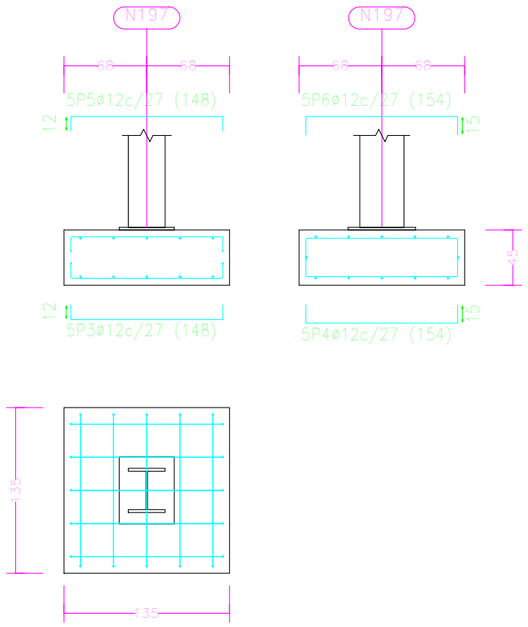
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

N228

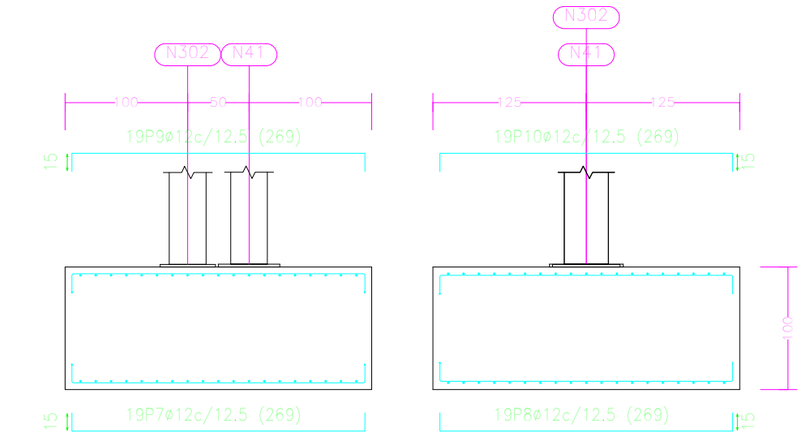


N197

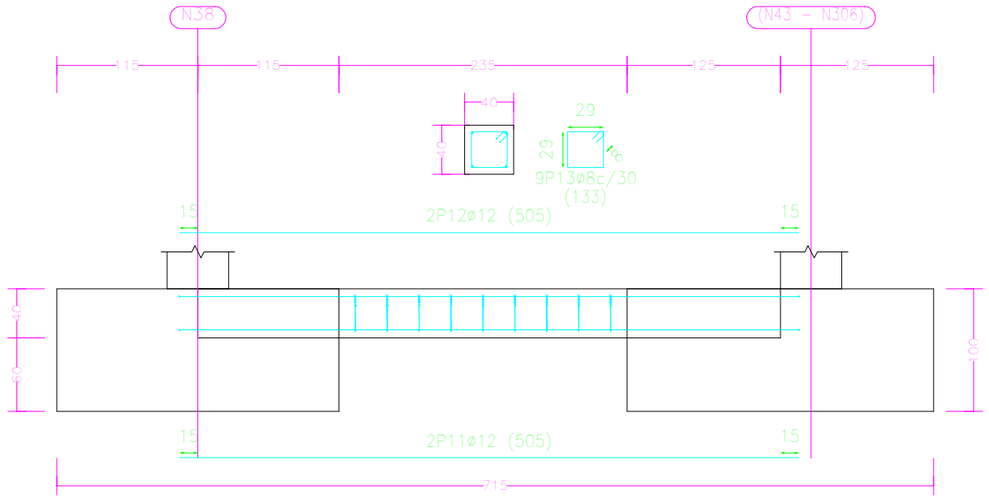


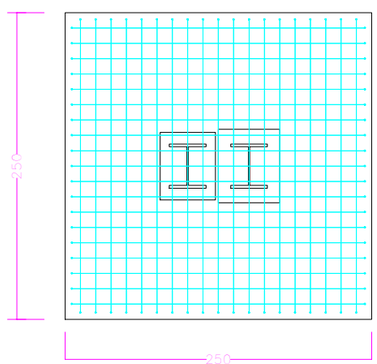
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N228	1	ø12	5	158	790	7.0
	2	ø12	5	158	790	7.0
					Total+10%:	15.4
N197	3	ø12	5	148	740	6.6
	4	ø12	5	154	770	6.8
	5	ø12	5	148	740	6.6
	6	ø12	5	154	770	6.8
					Total+10%:	29.5
(N41 – N302)=(N43 – N306) (N81 – N308)=(N83 – N313) (N121 – N314)=(N123 – N319)	7	ø12	19	269	5111	45.4
	8	ø12	19	269	5111	45.4
	9	ø12	19	269	5111	45.4
	10	ø12	19	269	5111	45.4
					Total+10%: (x6):	199.8 1198.8
C [N38-(N43 – N306)] C [N78-(N83 – N313)] C [(N123 – N319)-N128] C [N126-(N121 – N314)] C [(N81 – N308)-N76] C [(N41 – N302)-N36]	11	ø12	2	505	1010	9.0
	12	ø12	2	505	1010	9.0
	13	ø8	9	133	1197	4.7
					Total+10%: (x6):	25.0 150.0
					ø8: ø12: Total:	31.2 1362.5 1393.7

(N41 – N302), (N43 – N306), (N81 – N308), (N83 – N313), (N121 – N314) y (N123 – N319)



C [N38-(N43 – N306)], C [N78-(N83 – N313)], C [(N123 – N319)-N128], C [N126-(N121 – N314)], C [(N81 – N308)-N76] y C [(N41 – N302)-N36]



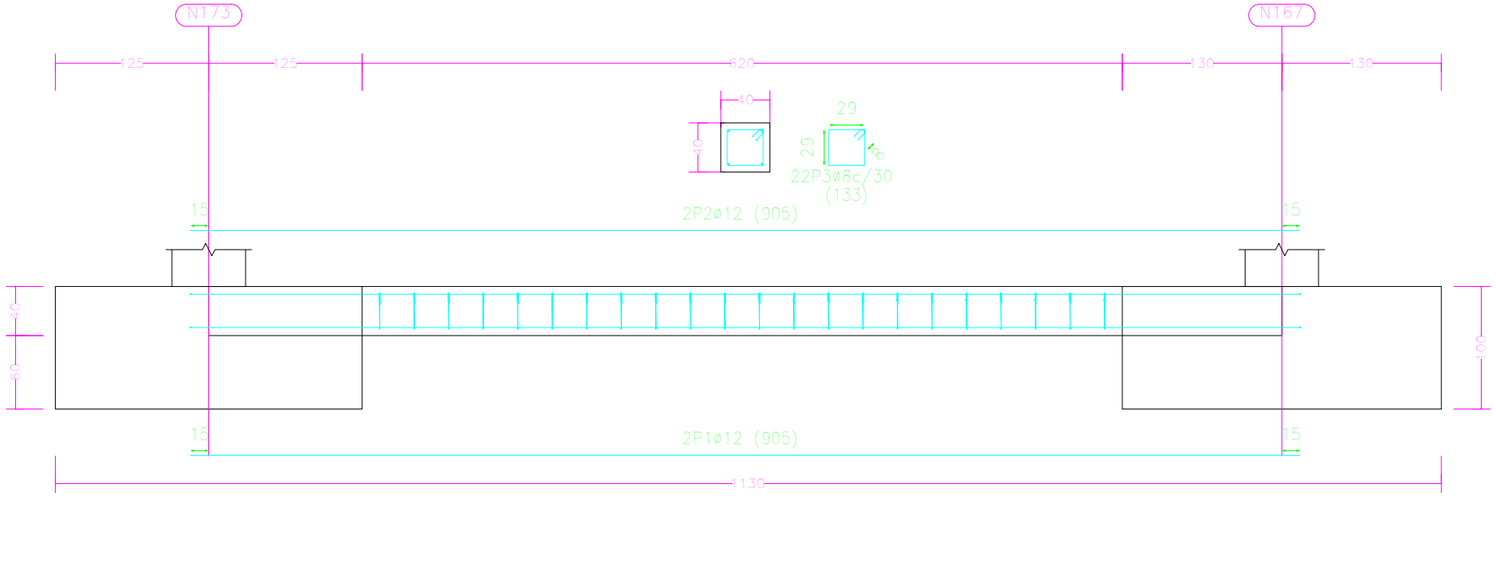


	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:2,5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_017
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 2	Sustituye a
		Sustituido por

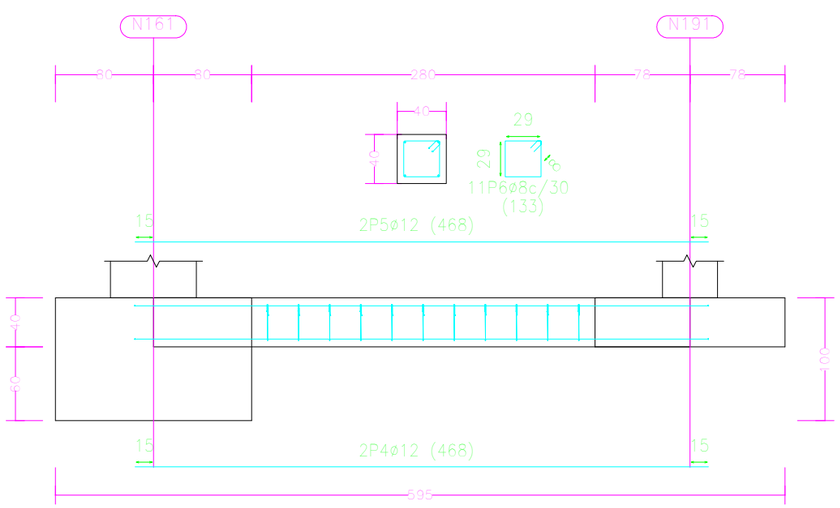
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

C [N173-N167], C [N169-N167], C [N168-N166] y C [N166-N172]

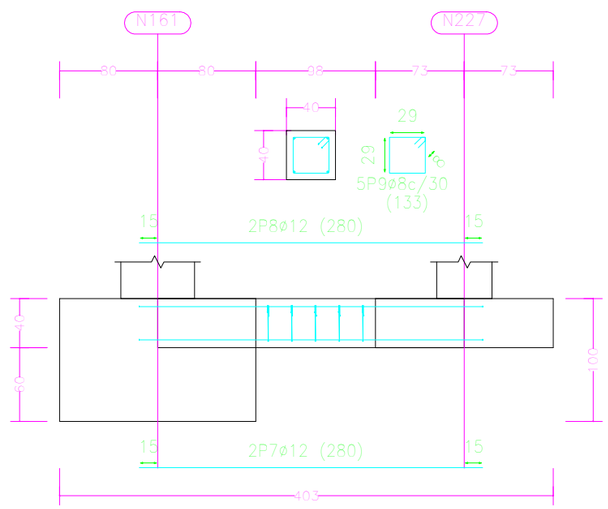


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N173-N167]=C [N169-N167] C [N168-N166]=C [N166-N172]	1 2 3	ø12 ø12 ø8	2 2 22	905 905 133	1810 1810 2926	16.1 16.1 11.5
					Total+10%: (x4):	48.1 192.4
C [N161-N191]=C [N191-N169] C [N1-N190]=C [N190-N168] C [N199-N198]=C [N198-N151] C [N197-N196]=C [N227-N225] C [N228-N226]=C [N196-N156] C [N230-N226]=C [N225-N229]	4 5 6	ø12 ø12 ø8	2 2 11	468 468 133	936 936 1463	8.3 8.3 5.8
					Total+10%: (x12):	24.6 295.2
C [N161-N227]=C [N227-N156] C [N156-N228]=C [N228-N151] C [N199-N230]=C [N197-N230] C [N197-N229]=C [N229-N169] C [N198-N226]=C [N196-N226] C [N196-N225]=C [N225-N191]	7 8 9	ø12 ø12 ø8	2 2 5	280 280 133	560 560 665	5.0 5.0 2.6
					Total+10%: (x12):	13.9 166.8
					ø8: ø12: Total:	161.2 493.2 654.4

C [N161-N191], C [N191-N169], C [N1-N190], C [N190-N168],
C [N199-N198], C [N198-N151], C [N197-N196], C [N227-N225],
C [N228-N226], C [N196-N156], C [N230-N226] y C [N225-N229]



C [N161-N227], C [N227-N156], C [N156-N228],
C [N228-N151], C [N199-N230], C [N197-N230],
C [N197-N229], C [N229-N169], C [N198-N226],
C [N196-N226], C [N196-N225] y C [N225-N191]



	FECHA	NOMBRE
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Escalas: 1:2,5

Proyección

TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL

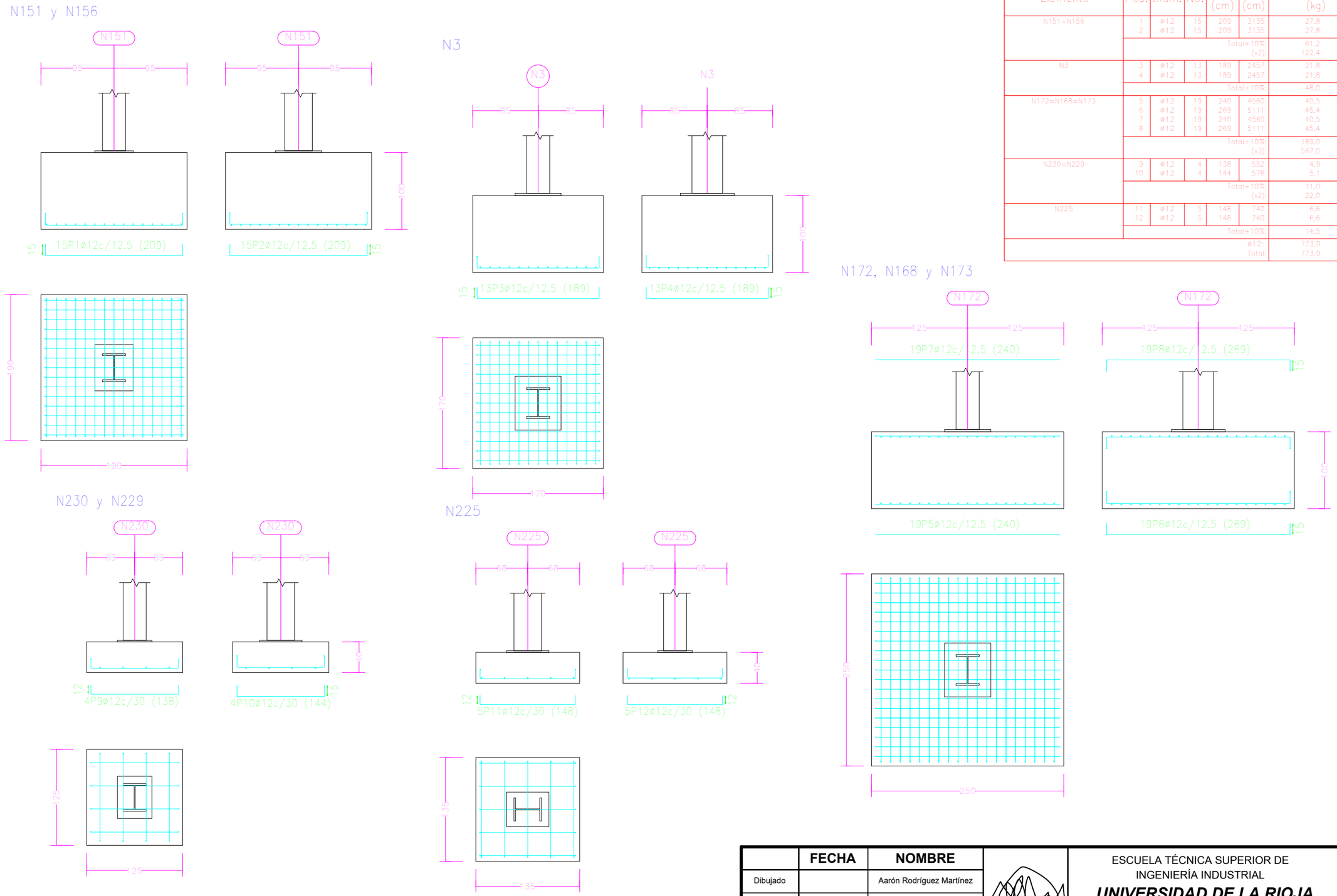
Número: 2D_018

VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 3

Sustituye a

Sustituido por

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

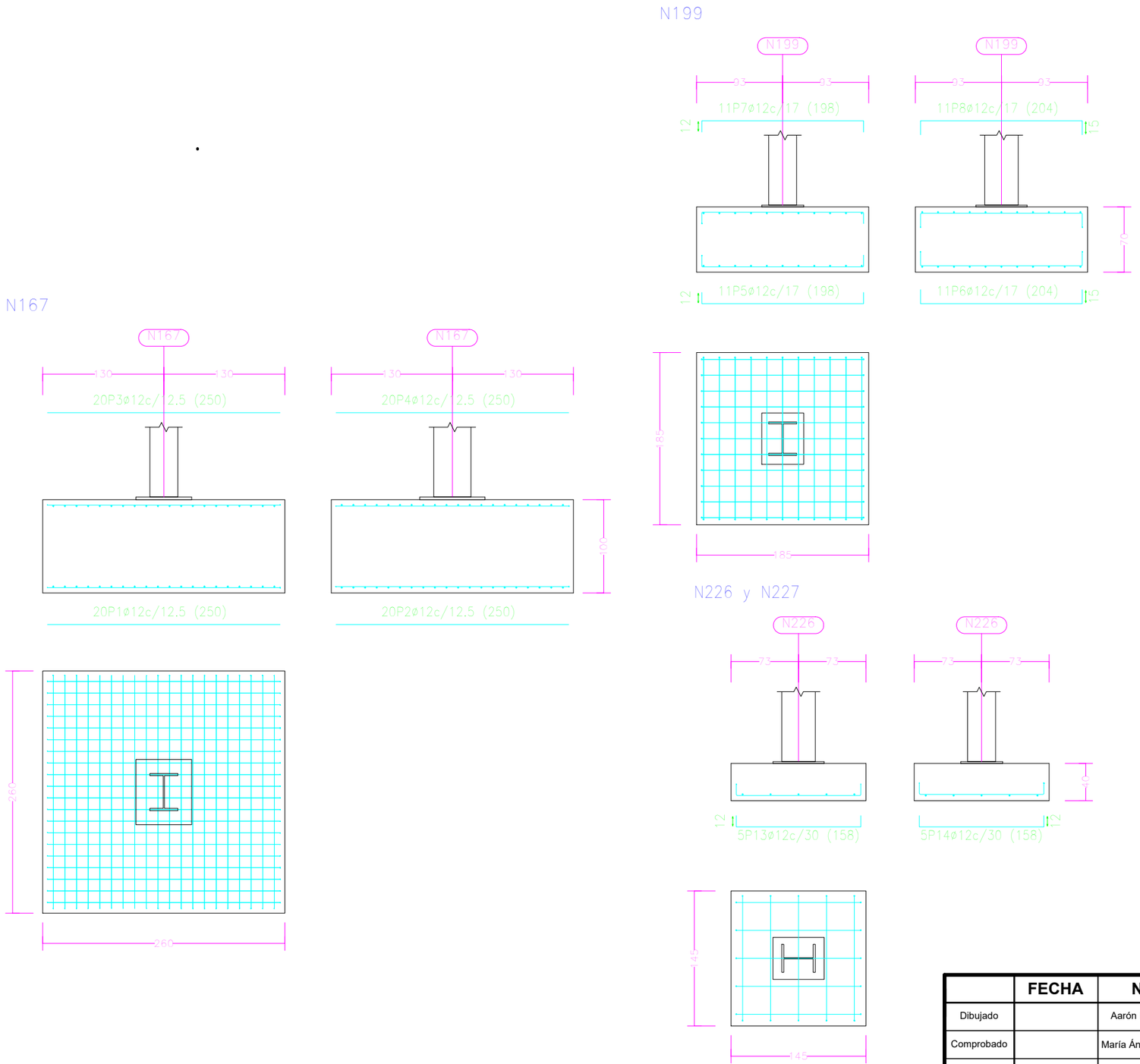


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ts=1.15 (kg)
N151=N156	1	ø12	15	209	3135	27.8
	2	ø12	15	209	3135	27.8
					Total+10%: (x2):	61.2 122.4
N3	3	ø12	13	189	2457	21.8
	4	ø12	13	189	2457	21.8
					Total+10%:	48.0
N172=N168=N173	5	ø12	19	240	4560	40.5
	6	ø12	19	269	5111	45.4
	7	ø12	19	240	4560	40.5
	8	ø12	19	269	5111	45.4
					Total+10%: (x3):	189.0 567.0
N230=N229	9	ø12	4	138	552	4.9
	10	ø12	4	144	576	5.1
					Total+10%: (x2):	11.0 22.0
N225	11	ø12	5	148	740	6.6
	12	ø12	5	148	740	6.6
					Total+10%:	14.5
					ø12: Total:	773.9 773.9

	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:2,5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_019
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 4	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N167	1	ø12	20	250	5000	44.4
	2	ø12	20	250	5000	44.4
	3	ø12	20	250	5000	44.4
	4	ø12	20	250	5000	44.4
	Total+10%:					195.4
N199	5	ø12	11	198	2178	19.3
	6	ø12	11	204	2244	19.9
	7	ø12	11	198	2178	19.3
	8	ø12	11	204	2244	19.9
	Total+10%:					86.2
N198	9	ø12	8	174	1392	12.4
	10	ø12	8	174	1392	12.4
	11	ø12	8	174	1392	12.4
	12	ø12	8	174	1392	12.4
	Total+10%:					54.6
N226=N227	13	ø12	5	158	790	7.0
	14	ø12	5	158	790	7.0
	Total+10%:					15.4
					(x2):	30.8
					ø12:	367.0
					Total:	367.0

	FECHA	NOMBRE
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Escalas: 1:2,5

TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL

Número: 2D_020

Proyección

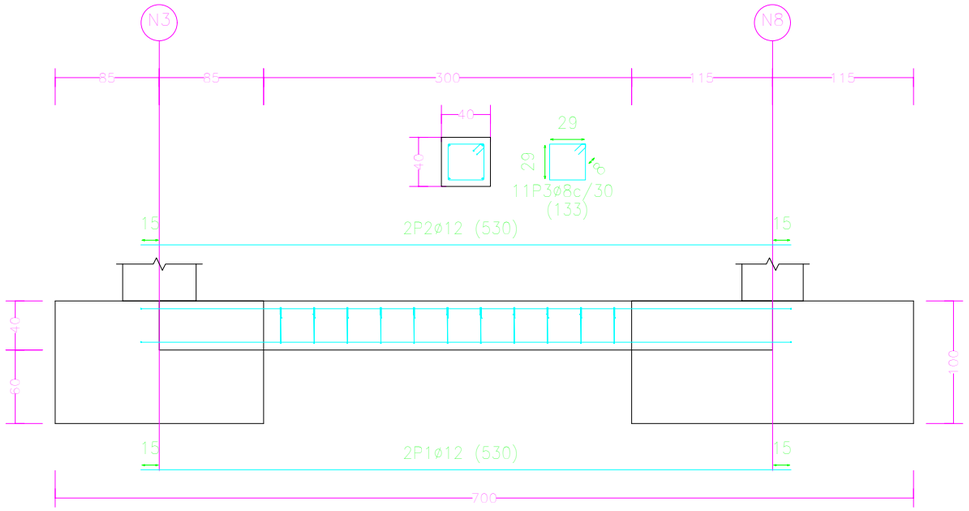
VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 5

Sustituye a

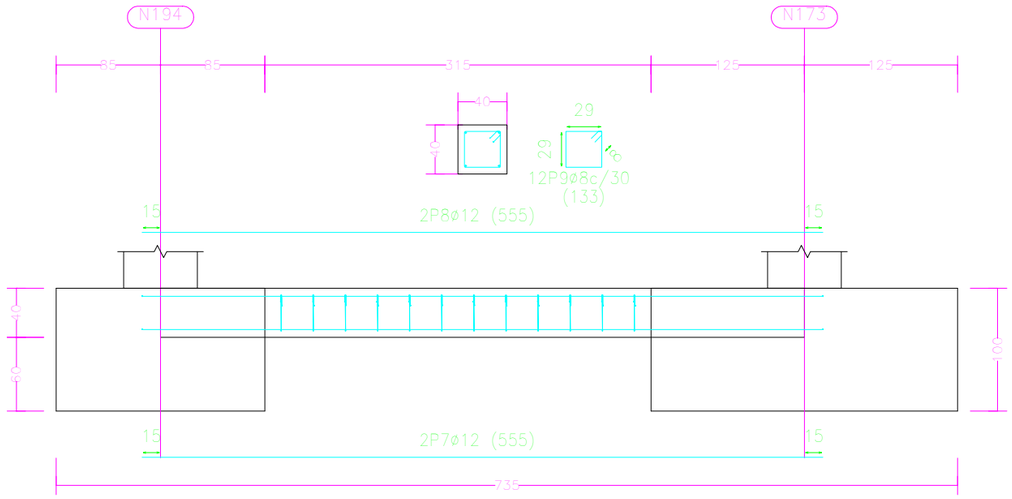
Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

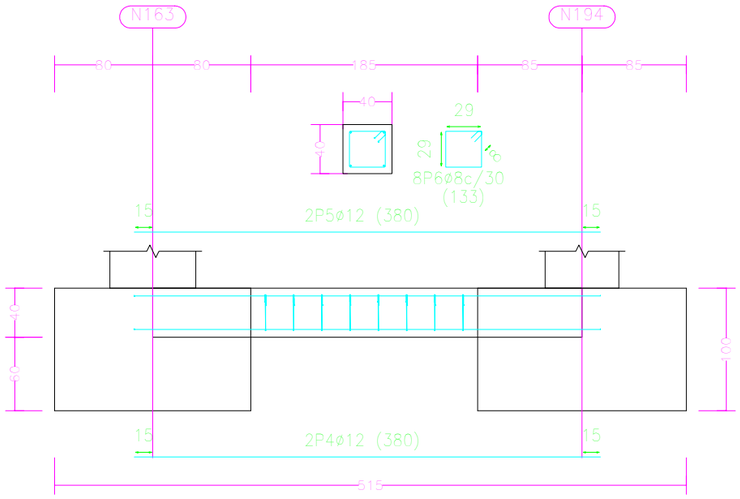
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N48-N53], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N68-N73], C [N73-N78], C [N88-N93], C [N93-N98], C [N98-N103], C [N103-N108], C [N108-N113], C [N113-N118], C [N128-N133], C [N133-N138], C [N138-N143], C [N143-N148], C [N148-N153], C [N153-N158], C [N158-N163], C [N151-N146], C [N146-N141], C [N141-N136], C [N136-N131], C [N131-N126], C [N116-N111], C [N111-N106], C [N106-N101], C [N101-N96], C [N91-N96], C [N91-N86], C [N76-N71], C [N71-N66], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]



C [N194-N173], C [N172-N192], C [(N43 - N306)-N48], C [(N83 - N313)-N88], C [N118-(N123 - N319)], C [(N121 - N314)-N116], C [N86-(N81 - N308)] y C [N46-(N41 - N302)]



C [N163-N194] y C [N192-N3]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N3-N8]=C [N8-N13]	1	ø12	2	530	1060	9.4
C [N13-N18]=C [N18-N23]	2	ø12	2	530	1060	9.4
C [N23-N28]=C [N28-N33]	3	ø8	11	133	1463	5.8
C [N33-N38]=C [N48-N53]						
C [N53-N58]=C [N58-N63]						
C [N63-N68]=C [N68-N73]						
C [N73-N78]=C [N88-N93]						
C [N93-N98]=C [N98-N103]						
C [N103-N108]=C [N108-N113]						
C [N113-N118]=C [N128-N133]						
C [N133-N138]=C [N138-N143]						
C [N143-N148]=C [N148-N153]						
C [N153-N158]=C [N158-N163]						
C [N151-N146]=C [N146-N141]						
C [N141-N136]=C [N136-N131]						
C [N131-N126]=C [N116-N111]						
C [N111-N106]=C [N106-N101]						
C [N101-N96]=C [N91-N96]						
C [N91-N86]=C [N76-N71]						
C [N71-N66]=C [N66-N61]						
C [N61-N56]=C [N56-N51]						
C [N51-N46]=C [N36-N31]						
C [N31-N26]=C [N26-N21]						
C [N21-N16]=C [N16-N11]						
C [N11-N6]=C [N6-N1]					Total+10%: (x50):	27.1 1355.0
C [N163-N194]=C [N192-N3]	4	ø12	2	380	760	6.7
	5	ø12	2	380	760	6.7
	6	ø8	8	133	1064	4.2
					Total+10%: (x2):	19.4 38.8
C [N194-N173]=C [N172-N192]	7	ø12	2	555	1110	9.9
C [(N43 - N306)-N48]	8	ø12	2	555	1110	9.9
C [(N83 - N313)-N88]	9	ø8	12	133	1596	6.3
C [N118-(N123 - N319)]						
C [(N121 - N314)-N116]						
C [N86-(N81 - N308)]						
C [N46-(N41 - N302)]					Total+10%: (x8):	28.7 229.6
					ø8:	384.6
					ø12:	1238.8
					Total:	1623.4

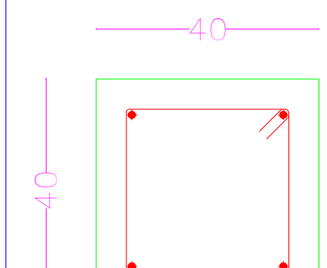
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:2,5	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_021
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 6	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N161, N3, N163, N172, N192, N166, N168, N190, N169, N167, N173 y N194	8 Pernos ø 32	Placa base (600x700x30)
N6, N16, N11, N21, N26, N31, N36, N46, N51, N56, N61, N66, N71, N76, N86, N91, N96, N101, N106, N111, N116, N126, N131, N136, N141, N146, N151, N156, N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78, N88, N93, N98, N103, N108, N113, N118, N128, N133, N138, N143, N148, N153, N158, N41, N43, N81, N83, N121 y N123	4 Pernos ø 25	Placa base (500x600x22)
N191, N199, N198, N226, N230, N229, N225, N196, N227, N228, N197, N302, N306, N308, N313, N314 y N319	4 Pernos ø 20	Placa base (450x550x20)

CUADRO DE VIGAS DE ATADO



C.1

Arm. sup.: 2ø12

Arm. inf.: 2ø12

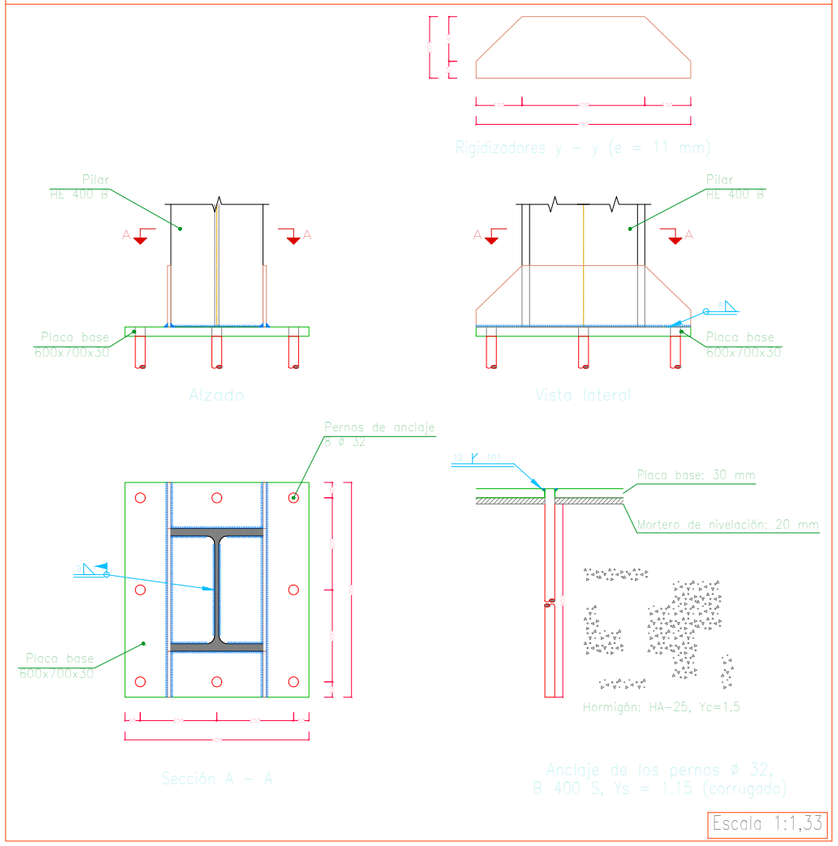
Estribos: 1xø8c/30

	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

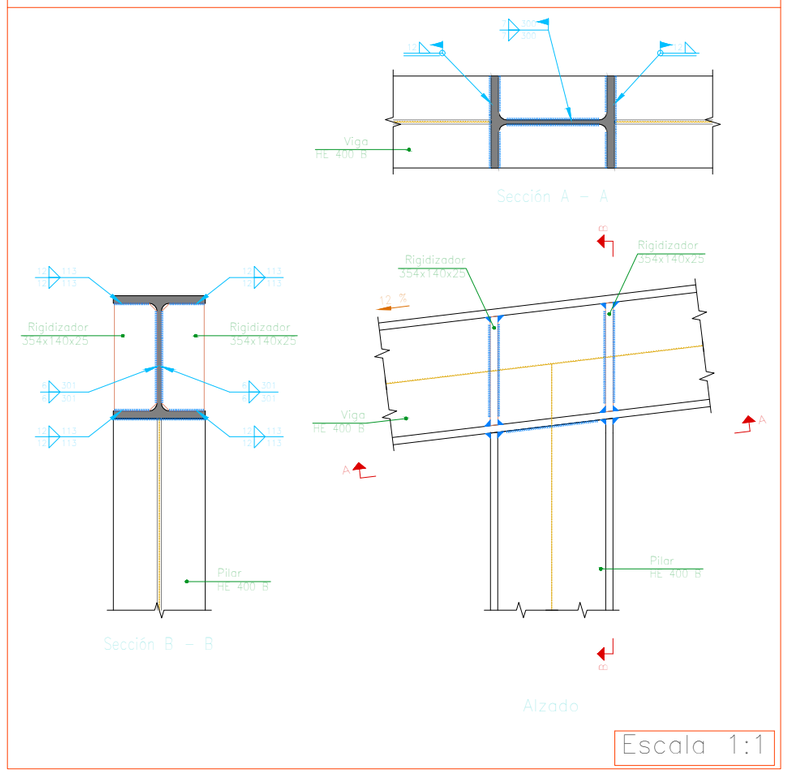
Escalas: 1:1	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_022
Proyección	VISTA 2D - NAVE INDUSTRIAL CIMENTACIÓN ZAPATAS 6	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

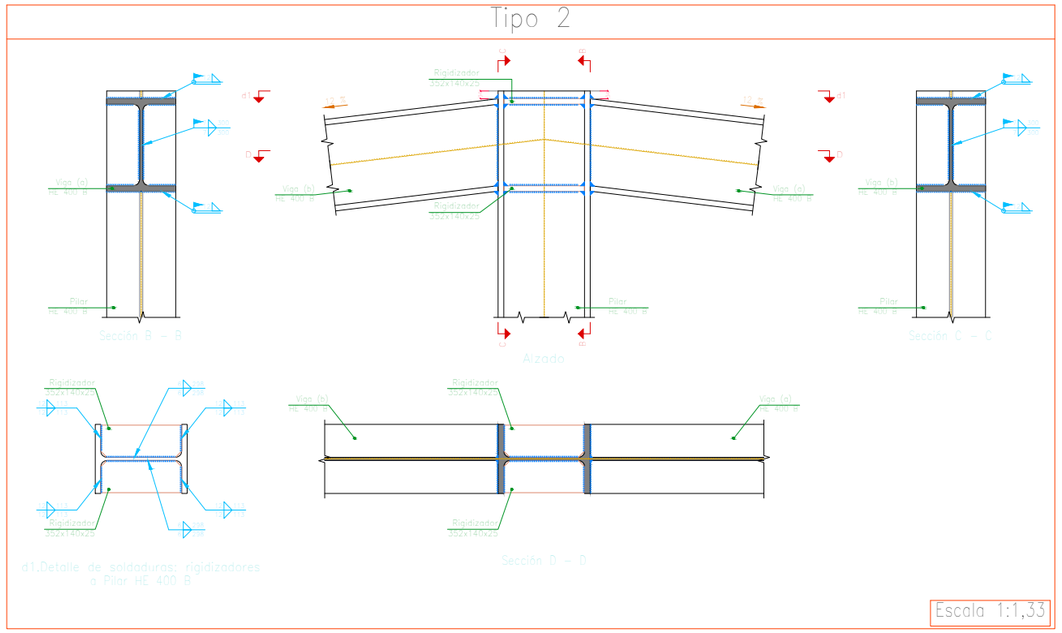
Tipo 1



Tipo 3



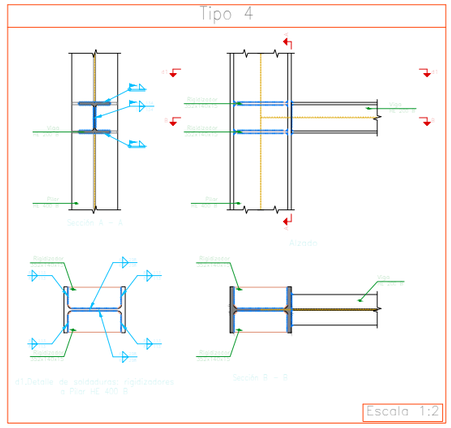
Tipo 2

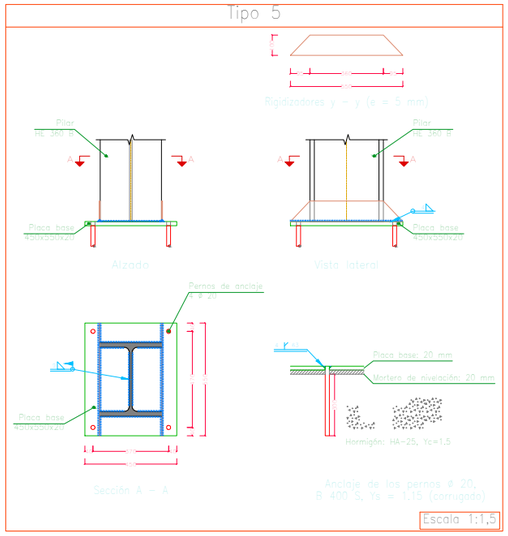


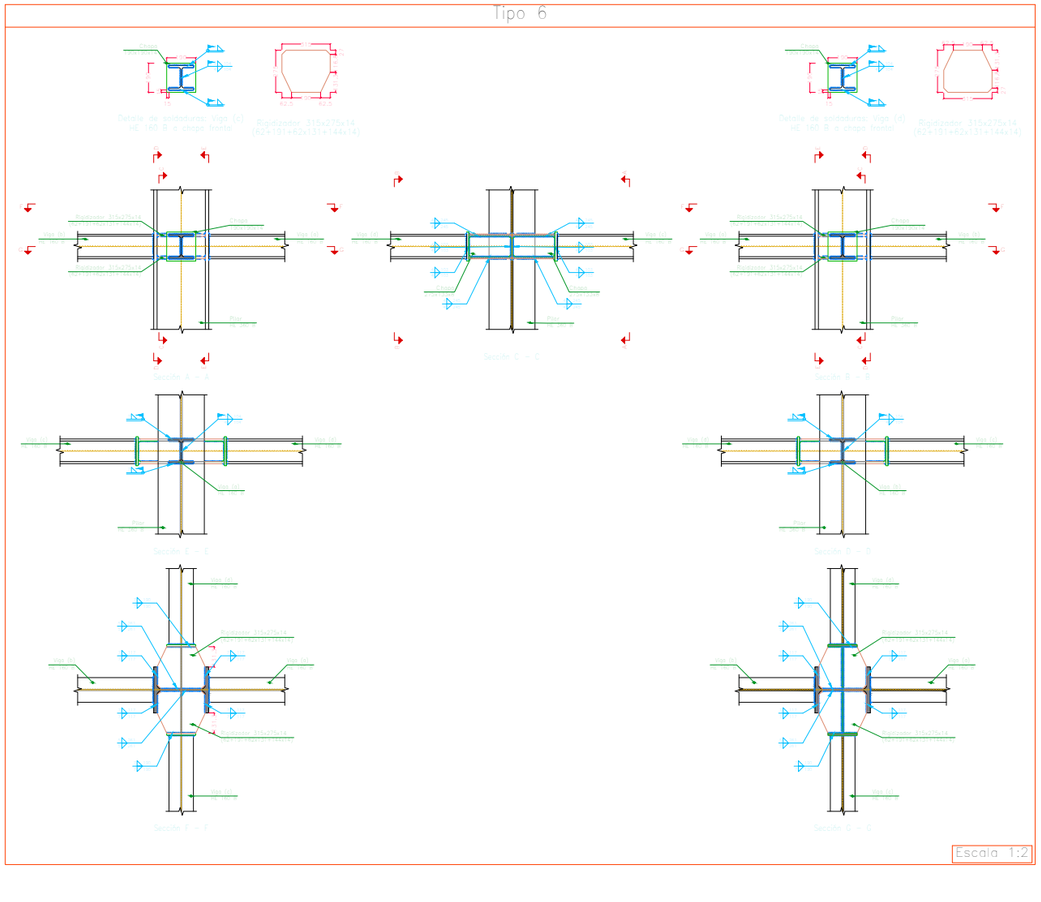
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.001
Proyección	UNIONES 1, 2 Y 3	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

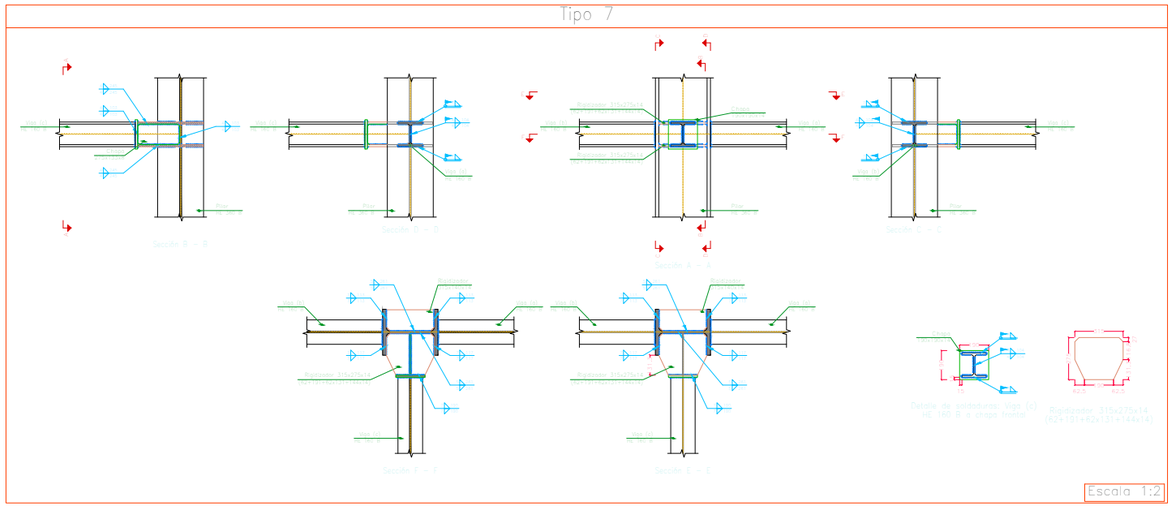


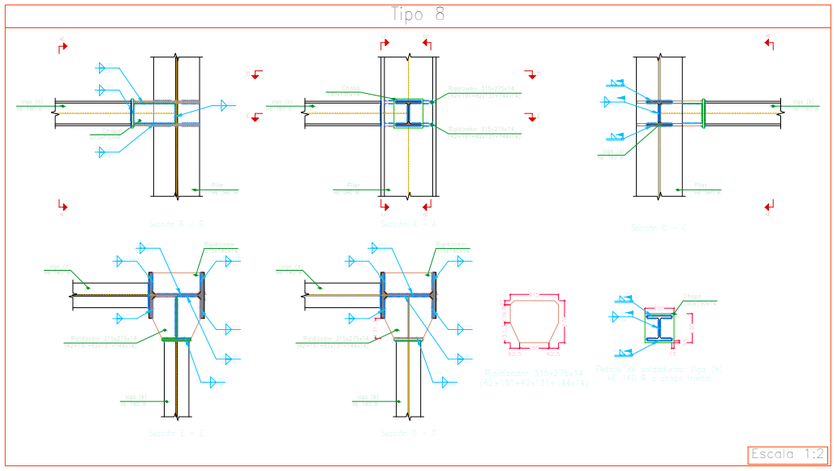


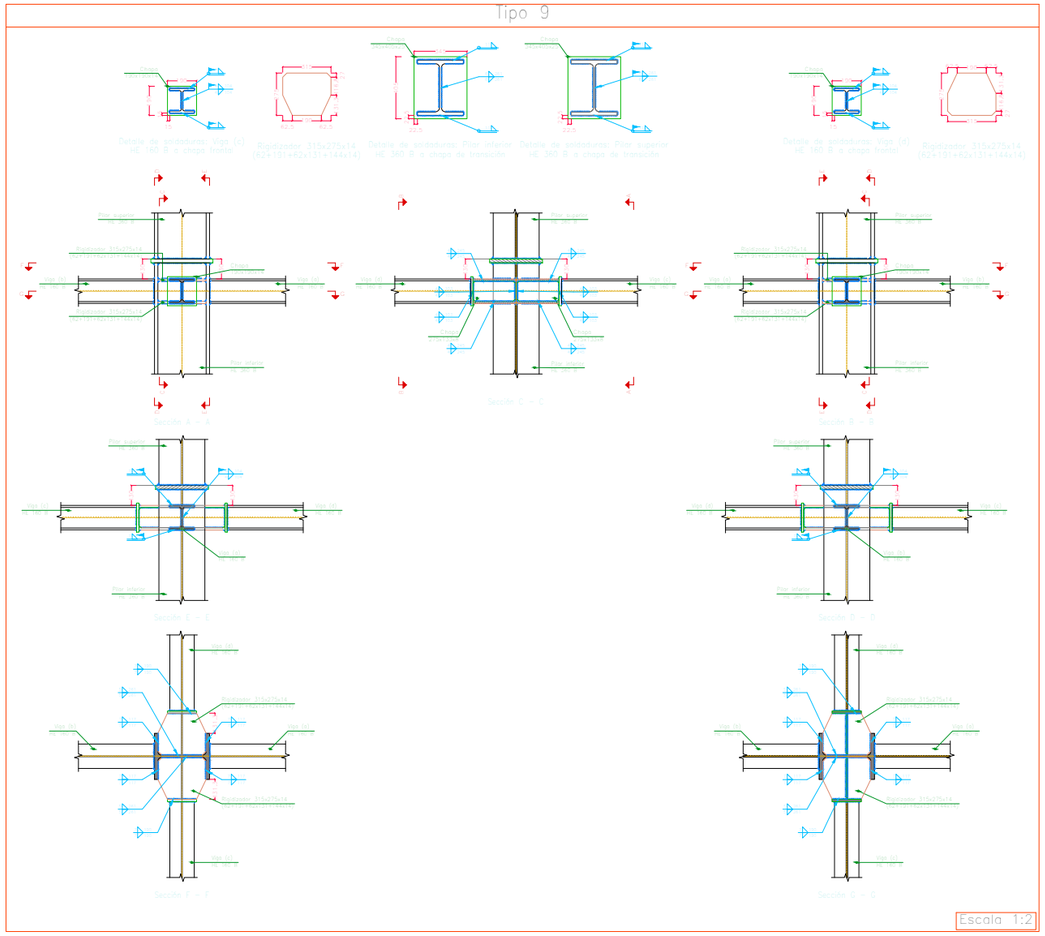


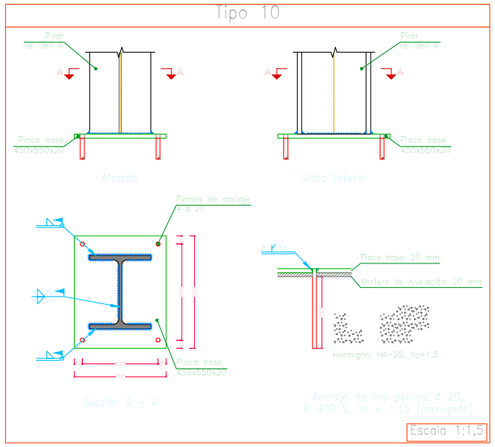
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**			Número: U.002	
Proyección	UNIONES 4, 5 Y 6			Sustituye a	
				Sustituido por	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



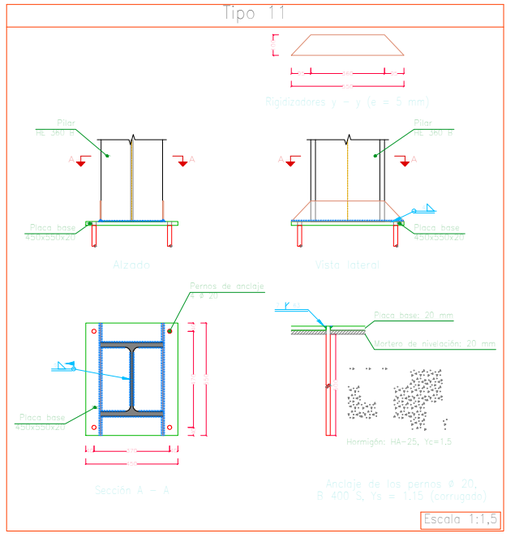


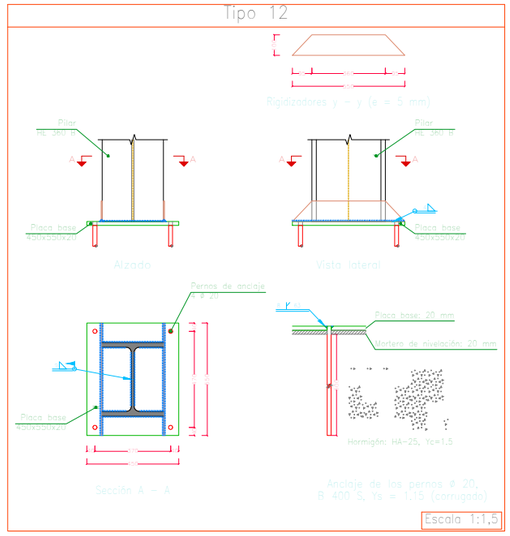


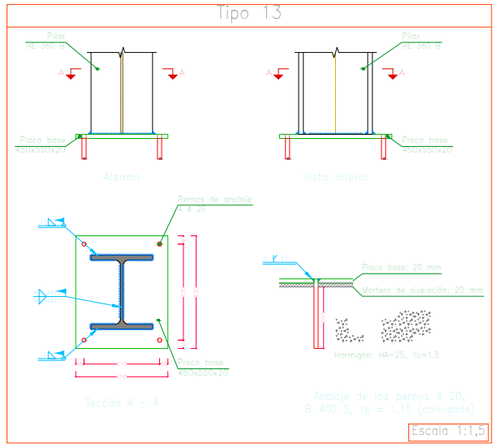


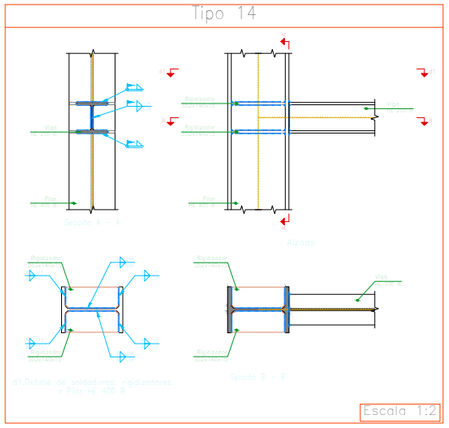
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.003
Proyección	UNIONES 7, 8, 9 Y 10				Sustituye a
					Sustituido por

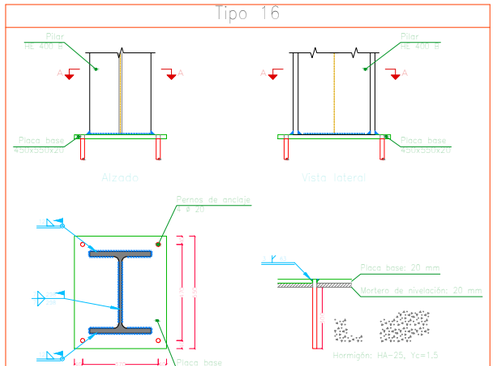
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

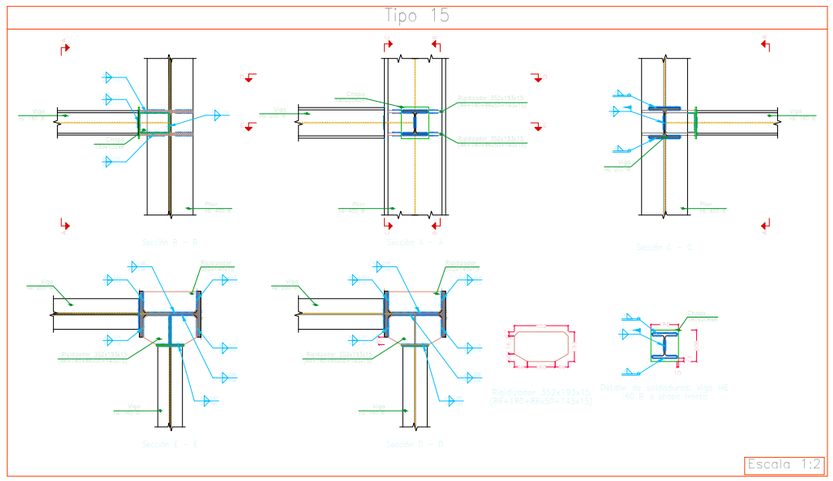










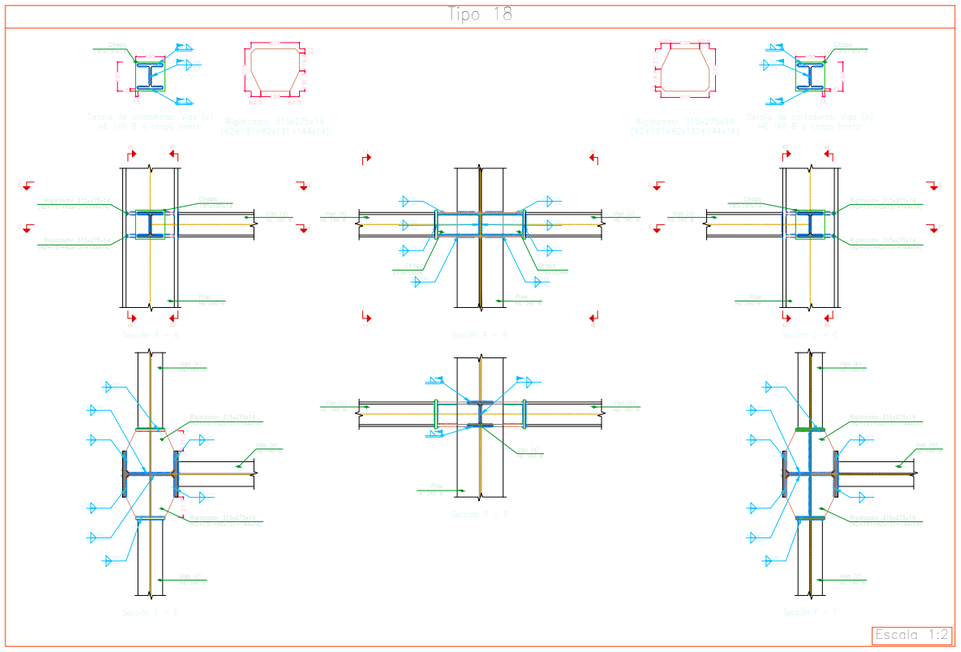


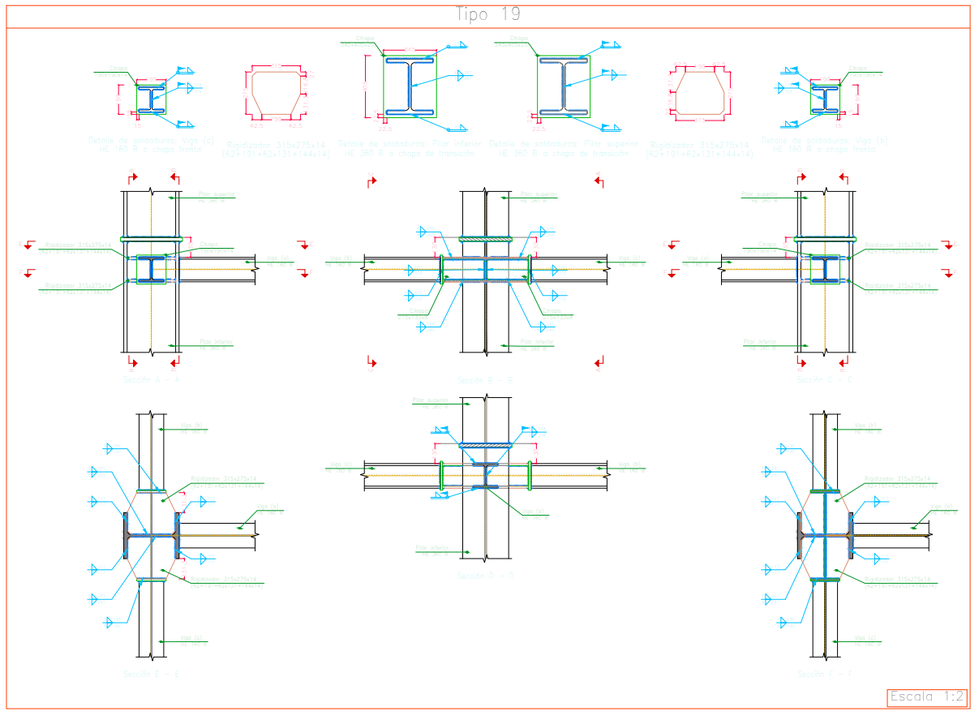
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.004
Proyección	UNIONES 11, 12, 13, 14, 15 Y 16				Sustituye a
					Sustituido por

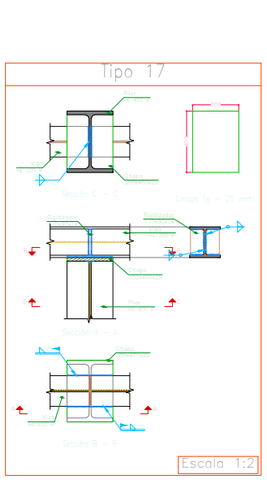
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



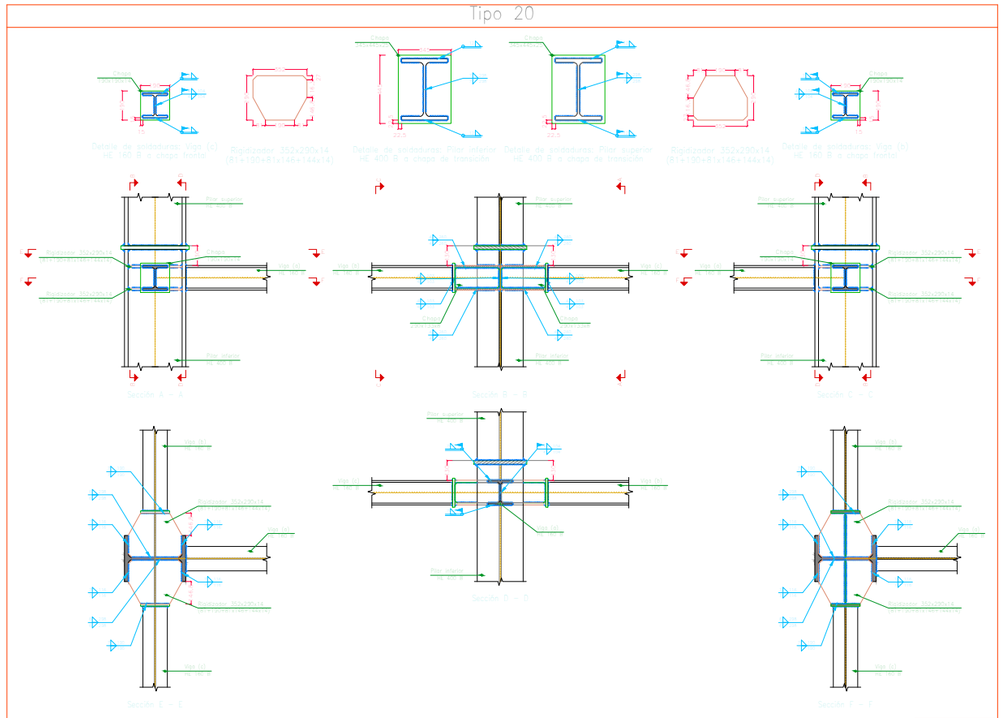


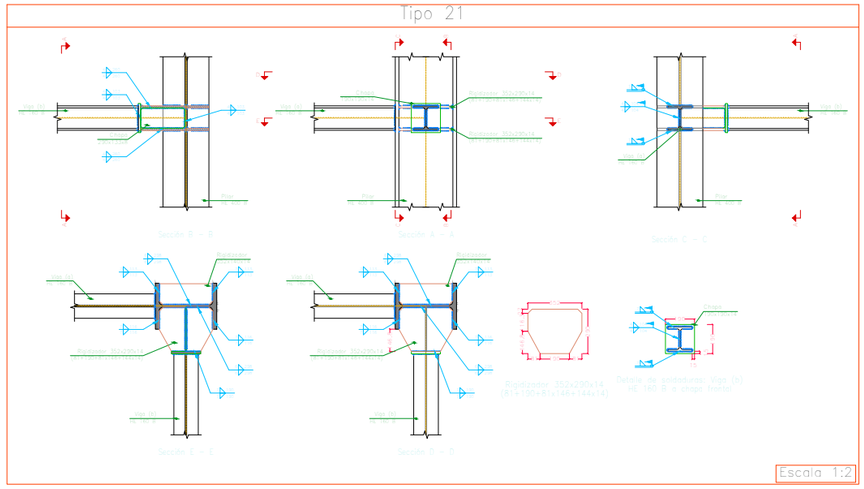


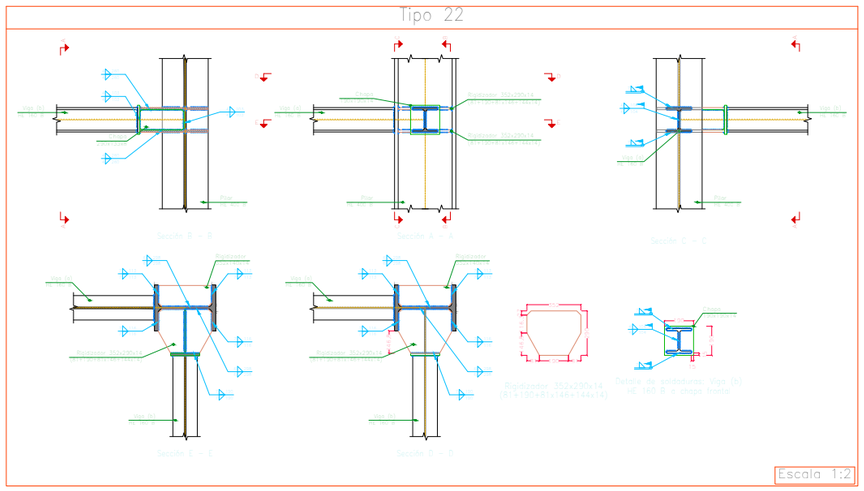
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.005
Proyección	UNIONES 17, 18 Y 19	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



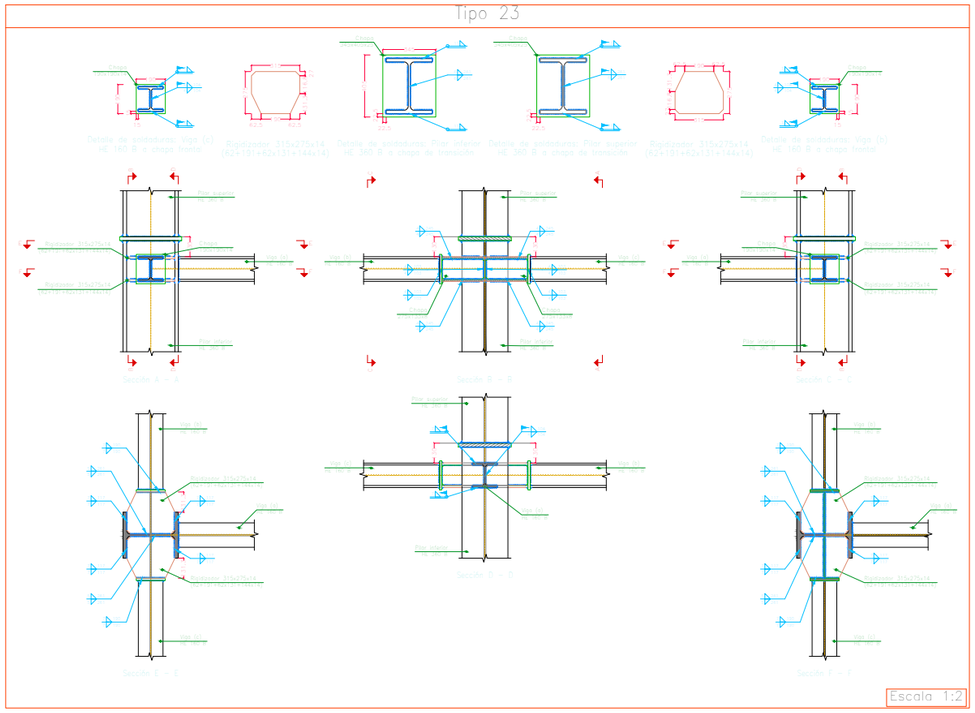


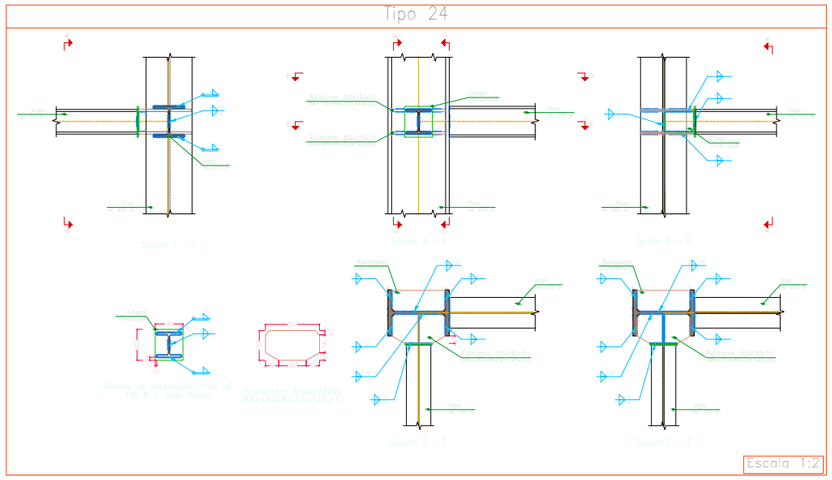


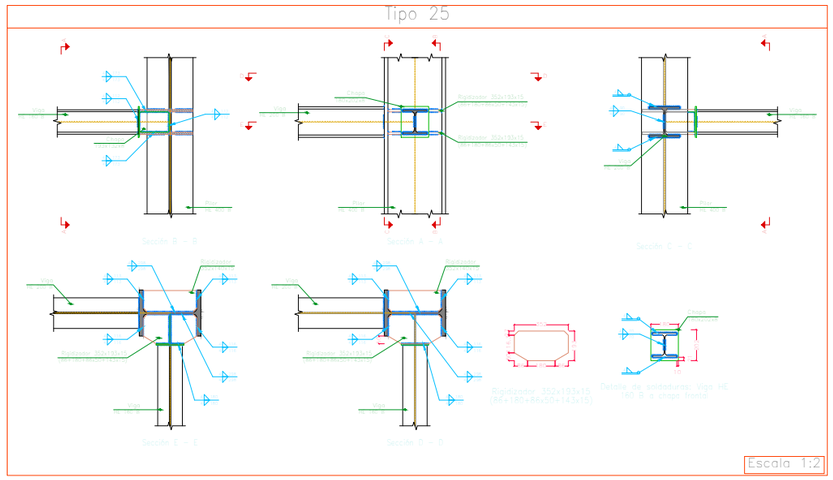
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

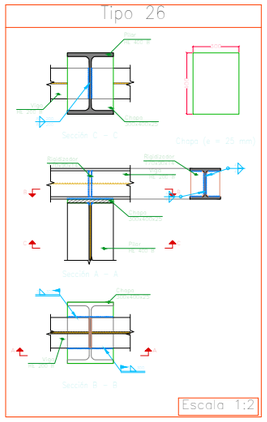
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.006
Proyección	UNIONES 20, 21 Y 22	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK







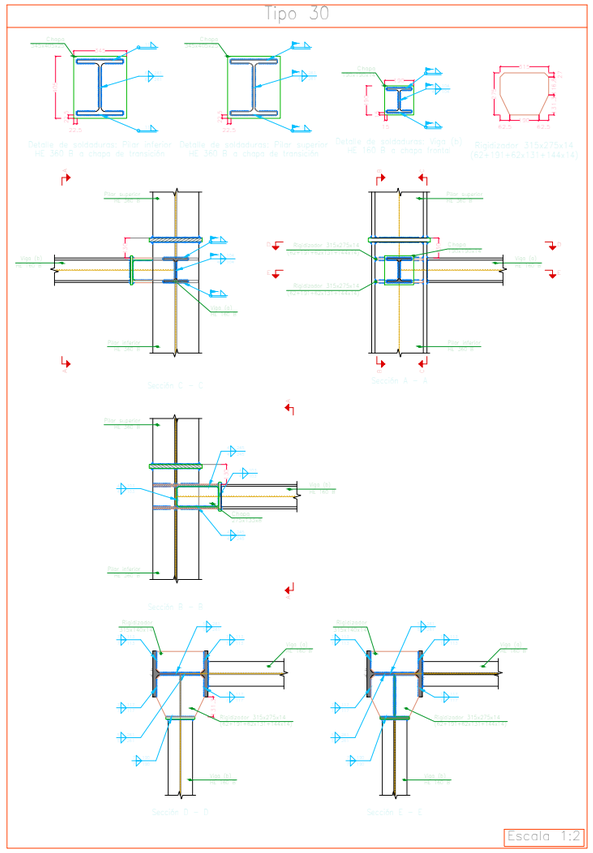


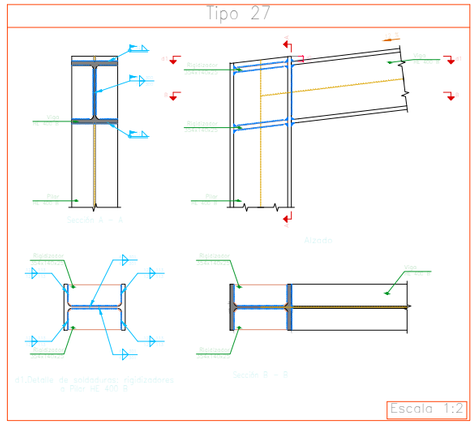
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.007
Proyección	UNIONES 23, 24, 25 Y 26				Sustituye a
					Sustituido por

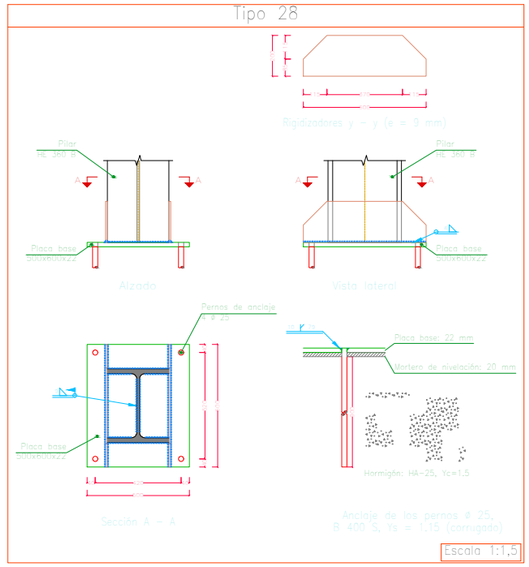
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

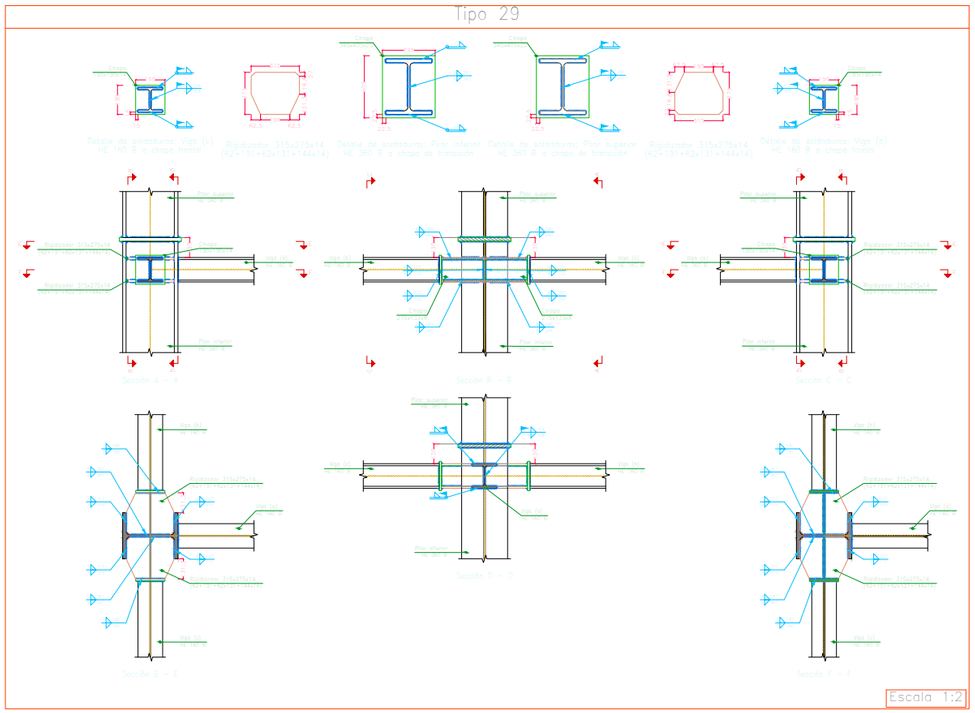
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK





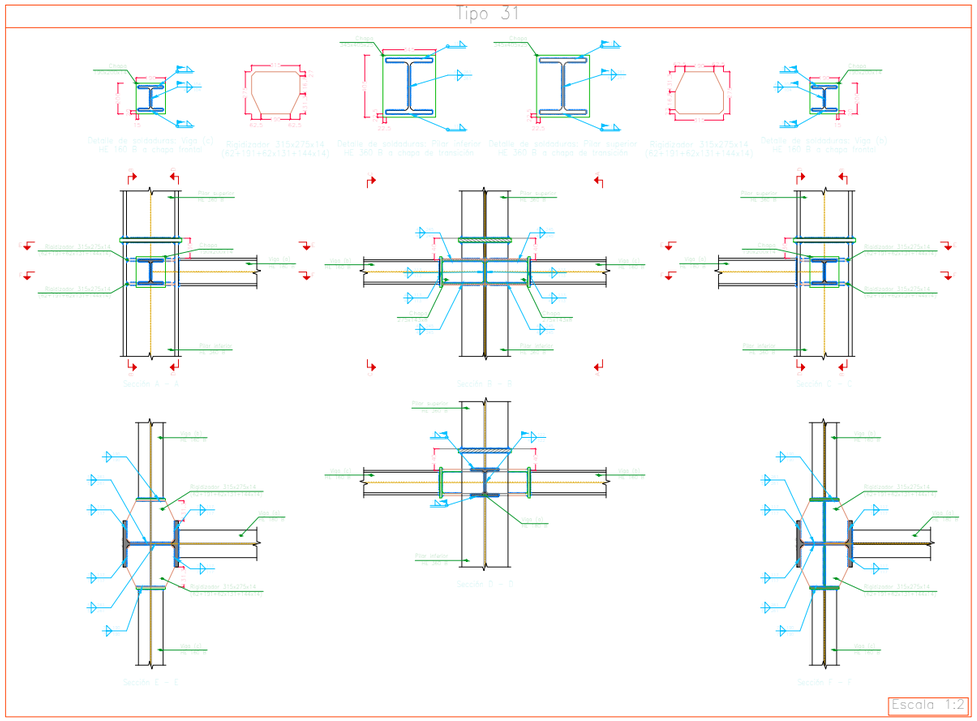


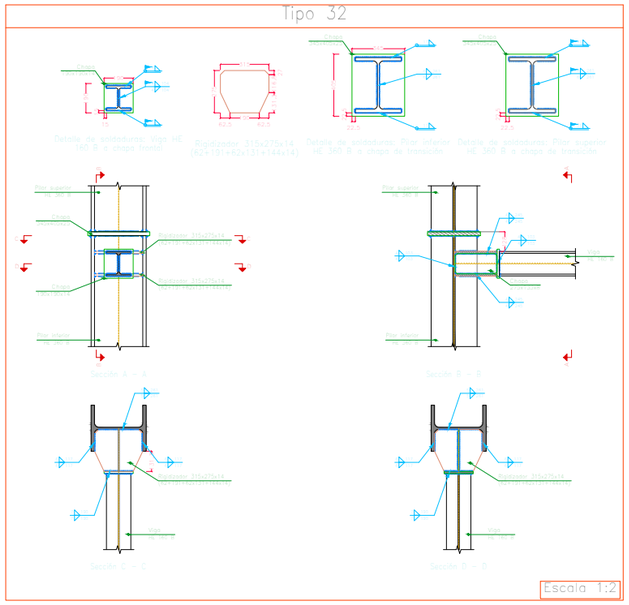


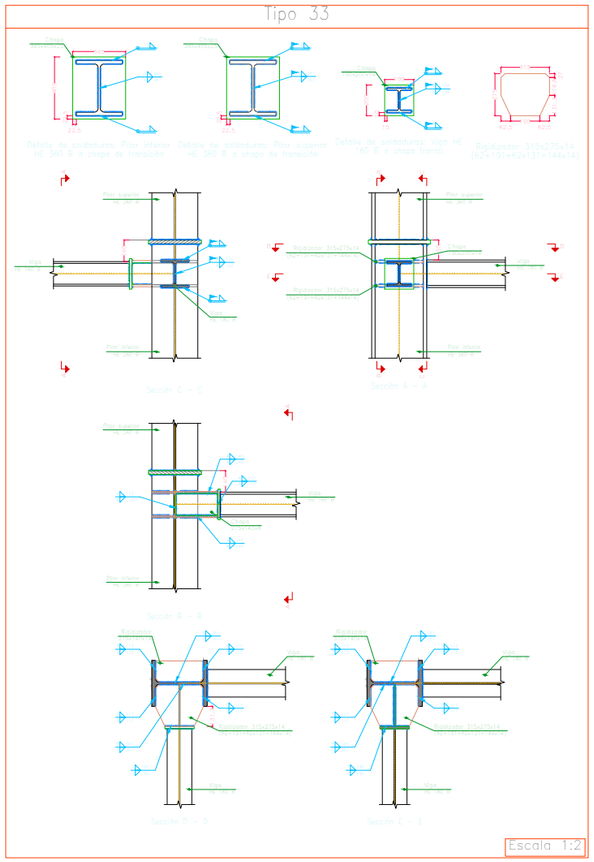
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.008
Proyección	UNIONES 27, 28, 29 Y 30	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



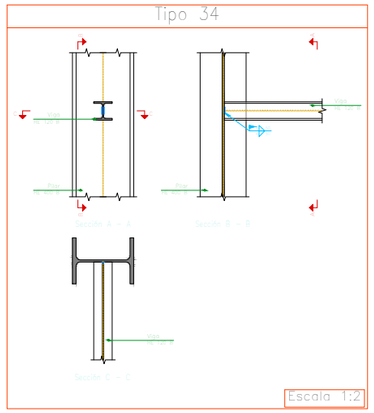


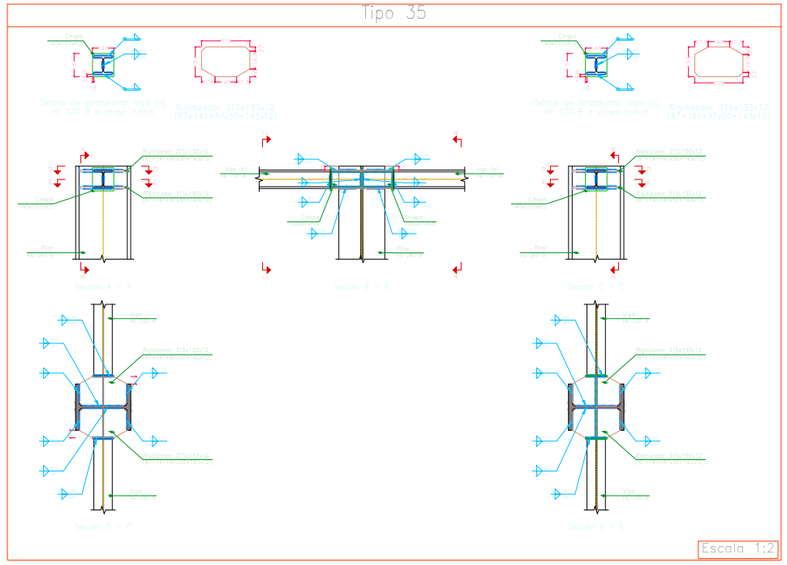


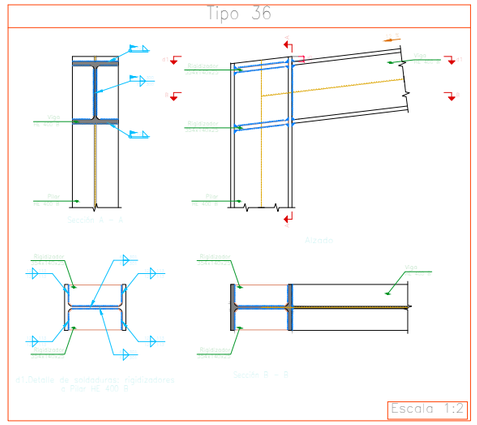
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

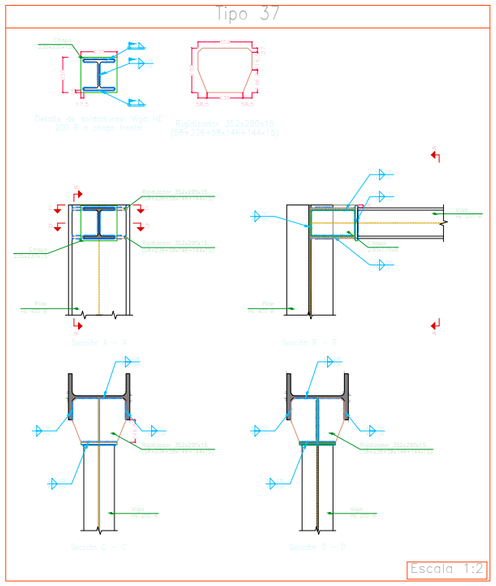
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.009
Proyección	UNIONES 31, 32 Y 33	Sustituye a
		Sustituido por

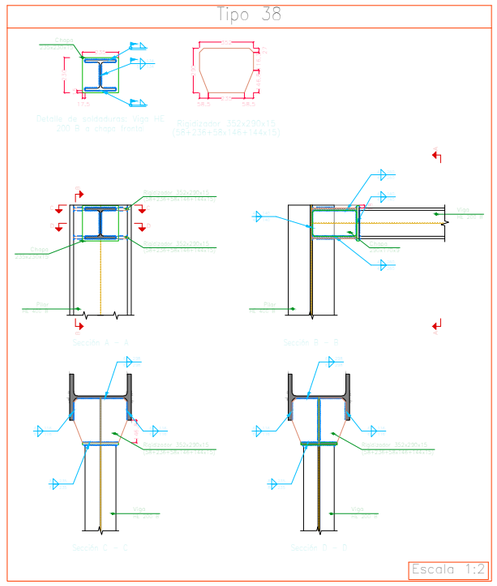
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK







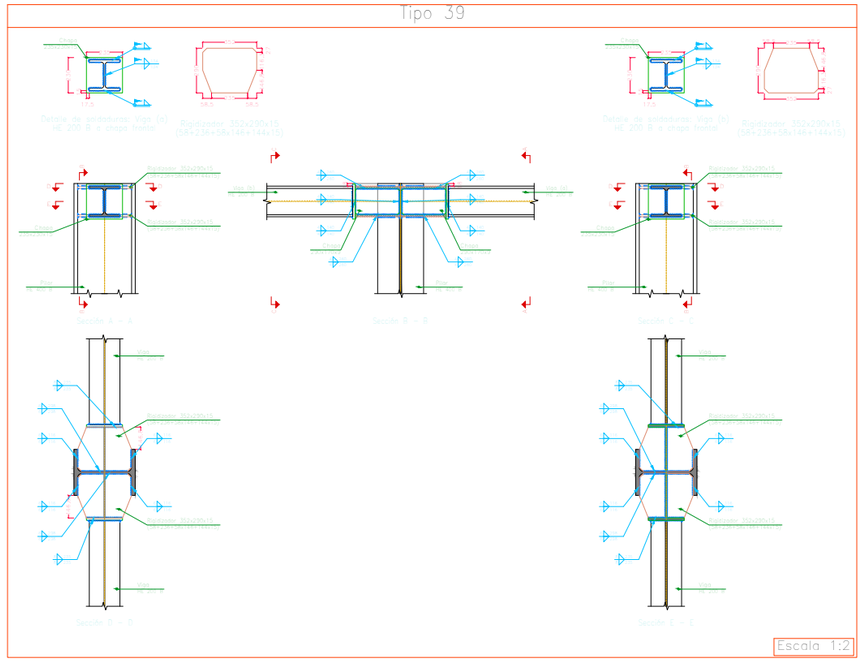


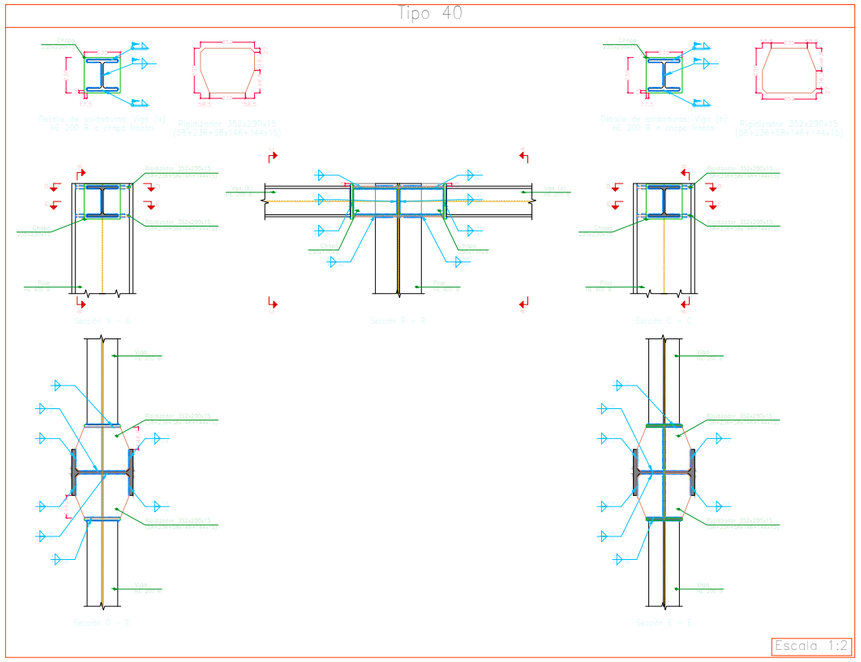


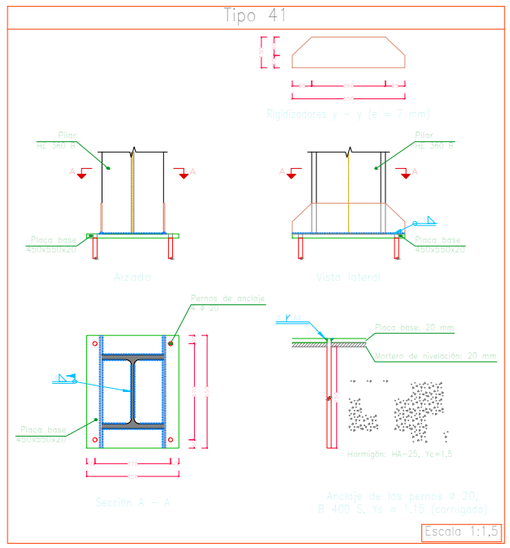
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

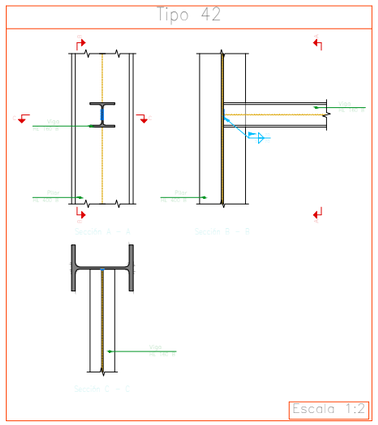
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.0010
Proyección	UNIONES 34, 35, 36, 37 Y 38	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



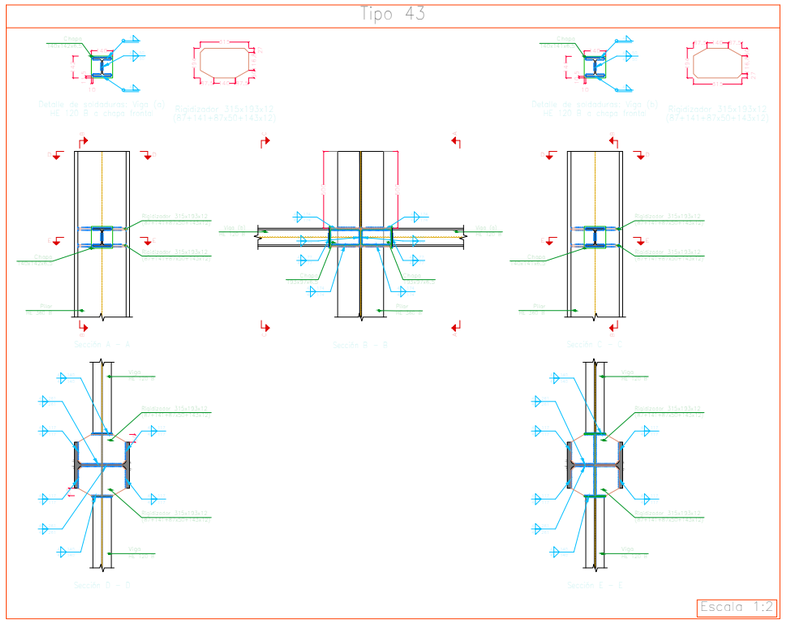


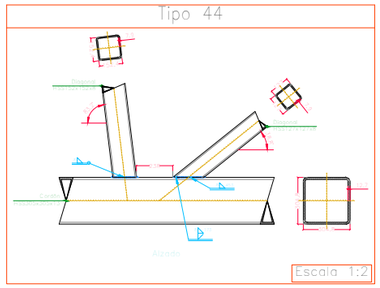


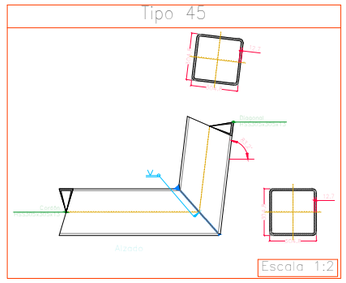


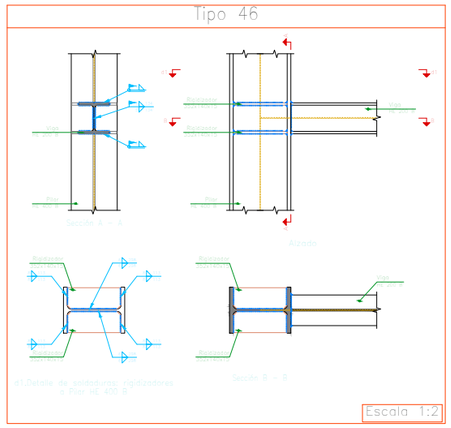
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.0011
Proyección	UNIONES 39, 40, 41 Y 42				Sustituye a
					Sustituido por

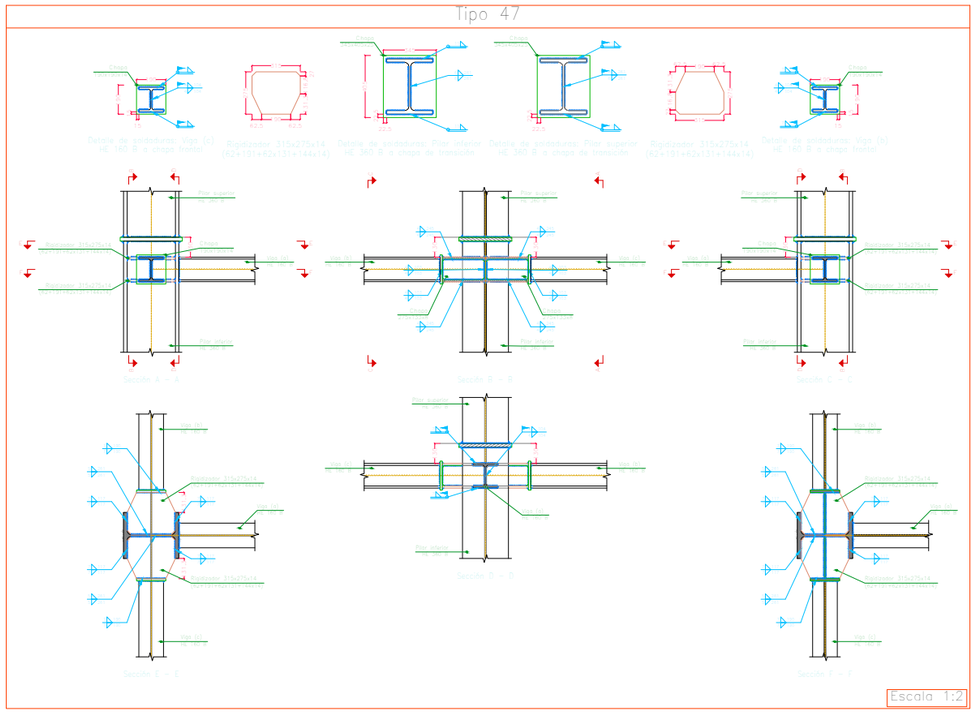
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK







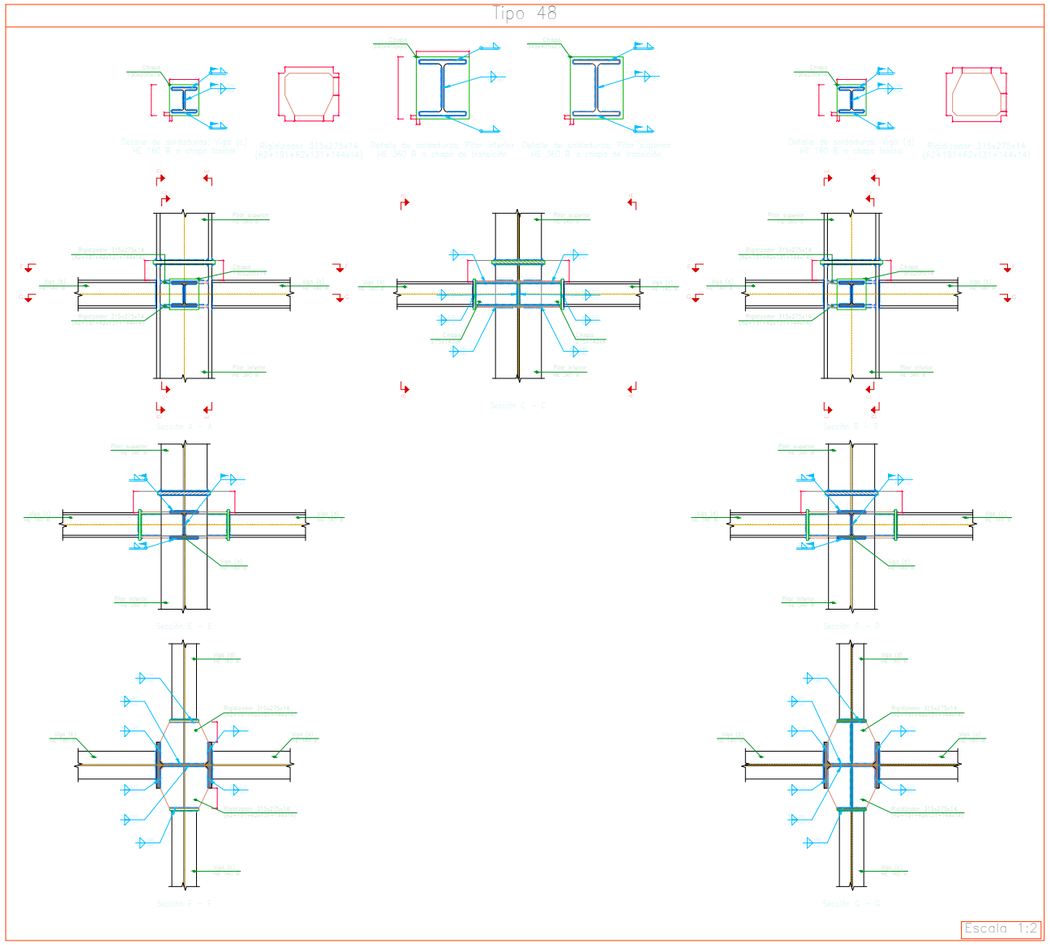


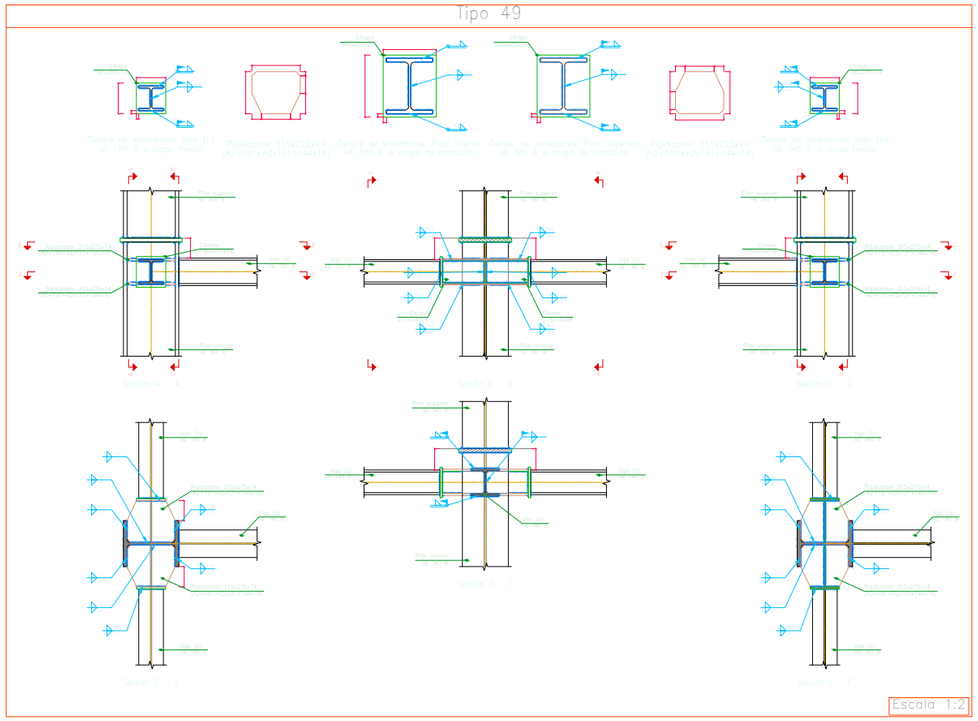


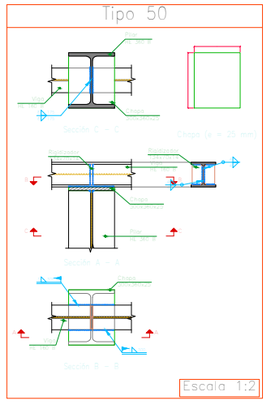
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

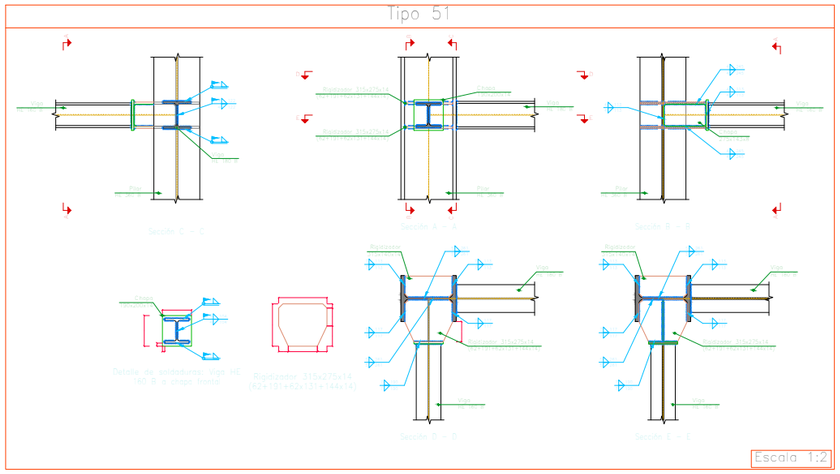
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.0012
Proyección	UNIONES 43, 44, 45, 46 Y 47	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK





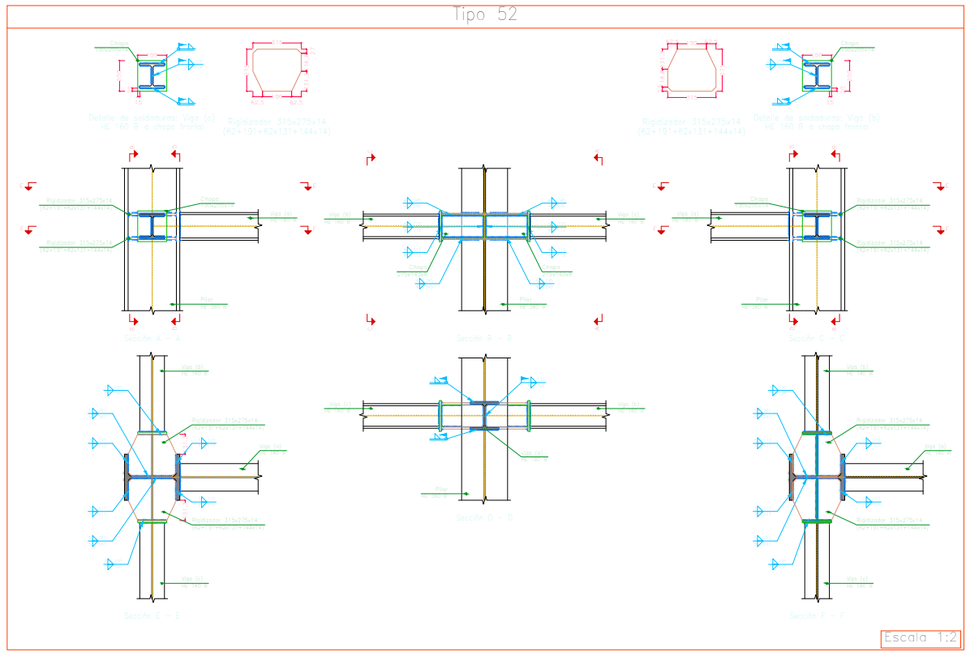


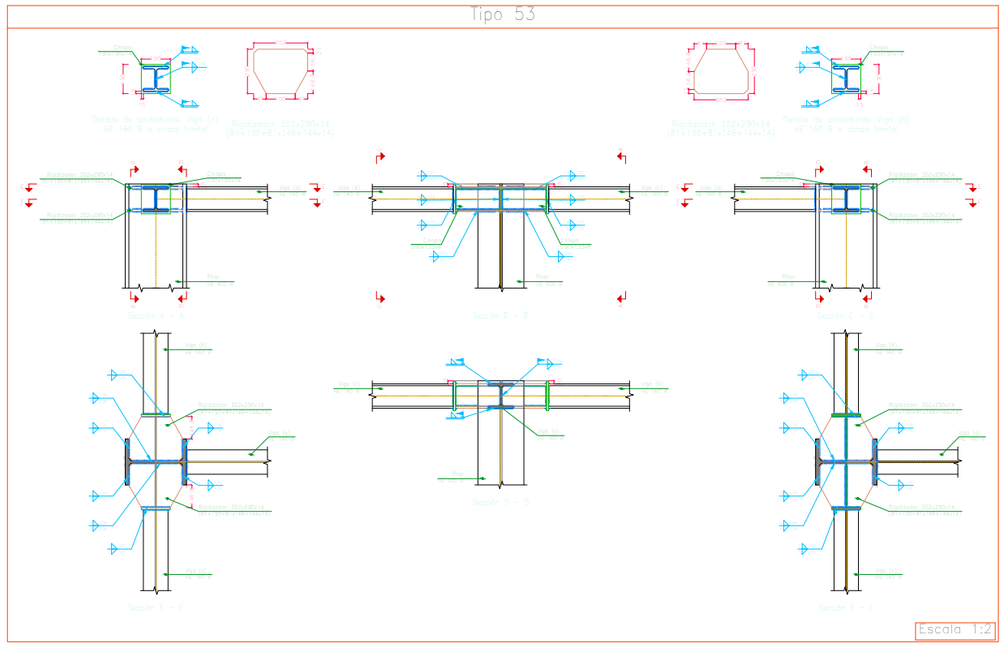


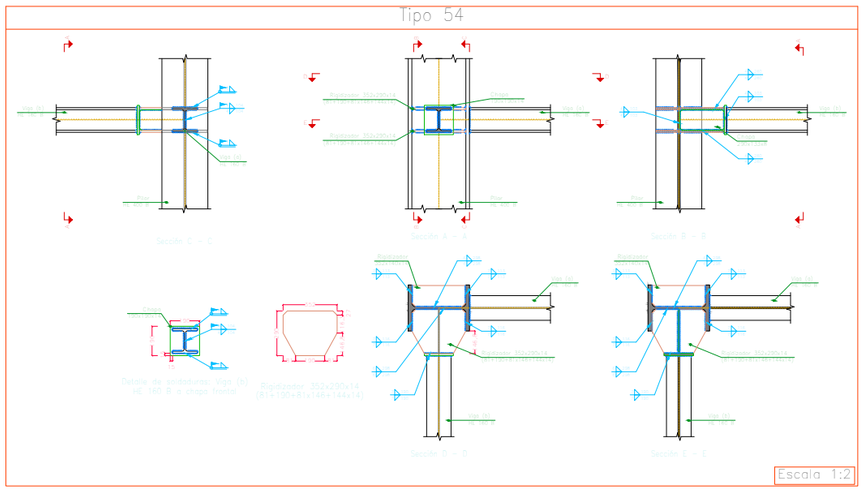
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.013
Proyección	UNIONES 48, 49, 50 Y 51	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

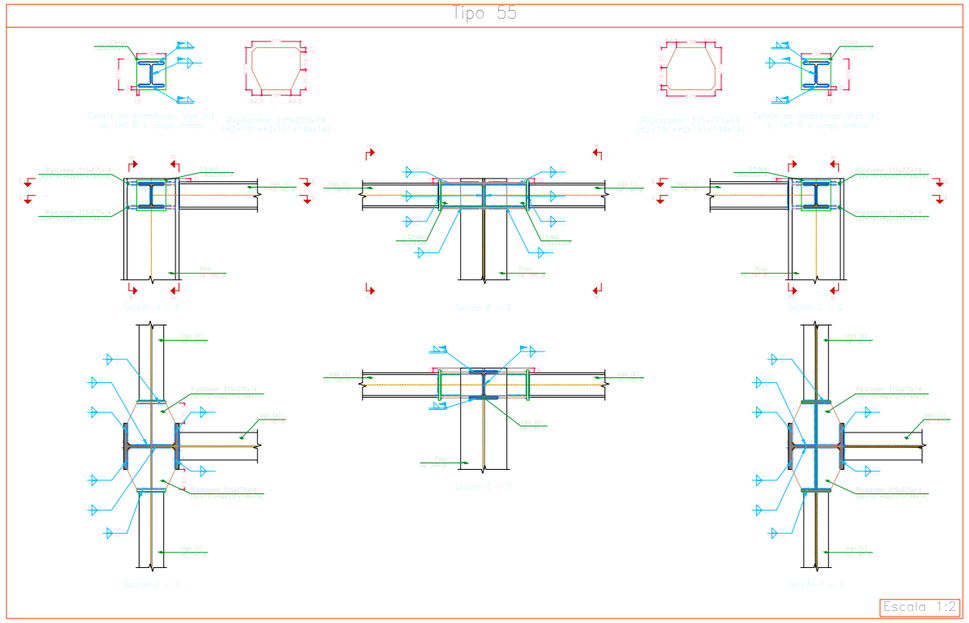


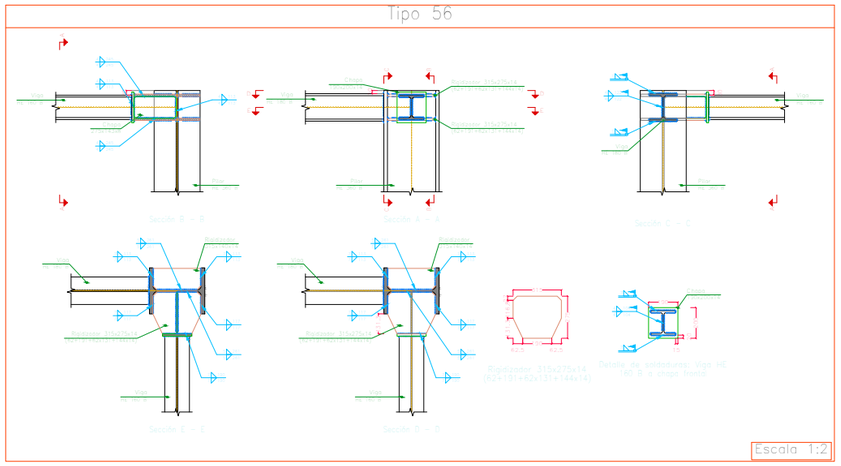


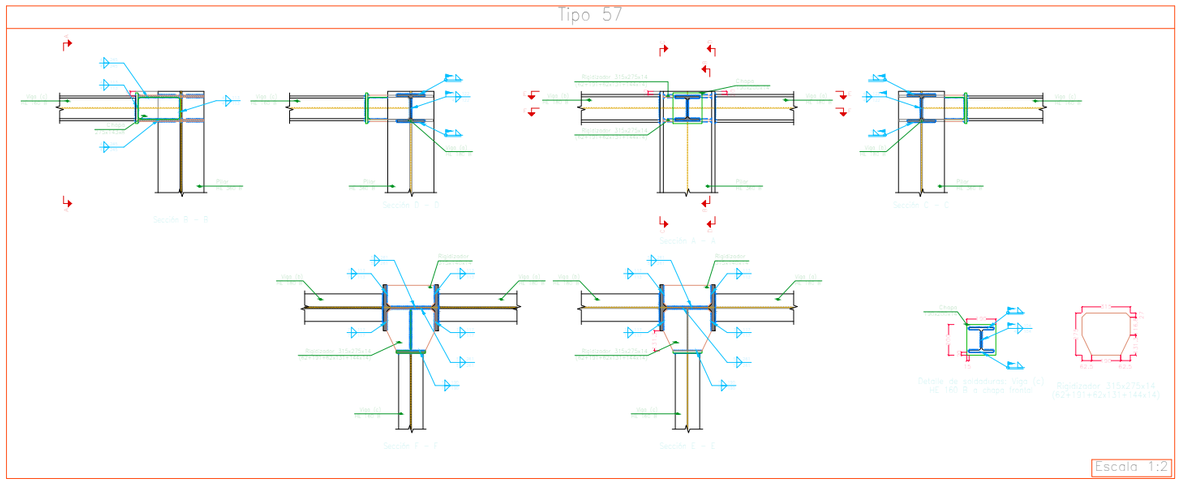


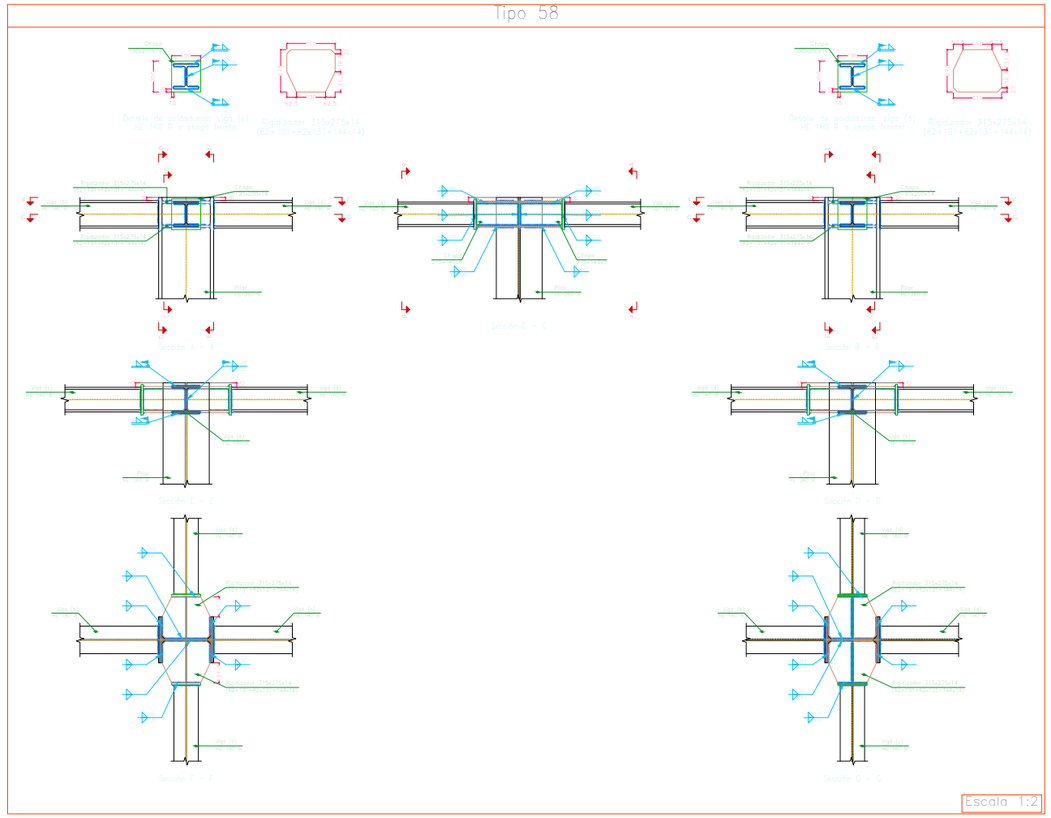
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.014
Proyección	UNIONES 52, 53 Y 54				Sustituye a
					Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK





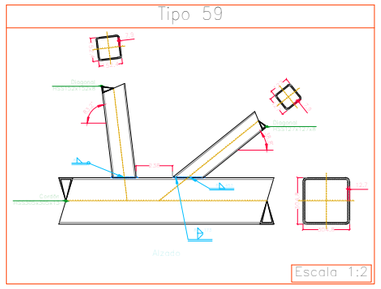


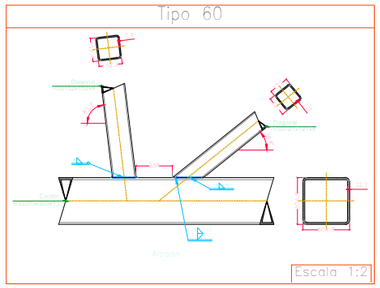


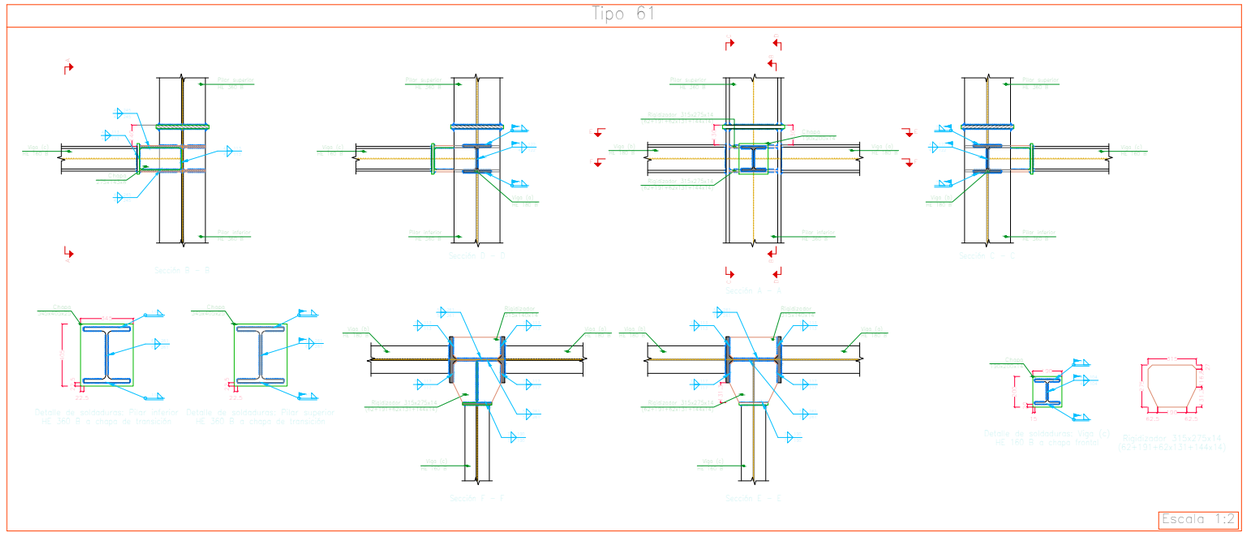
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

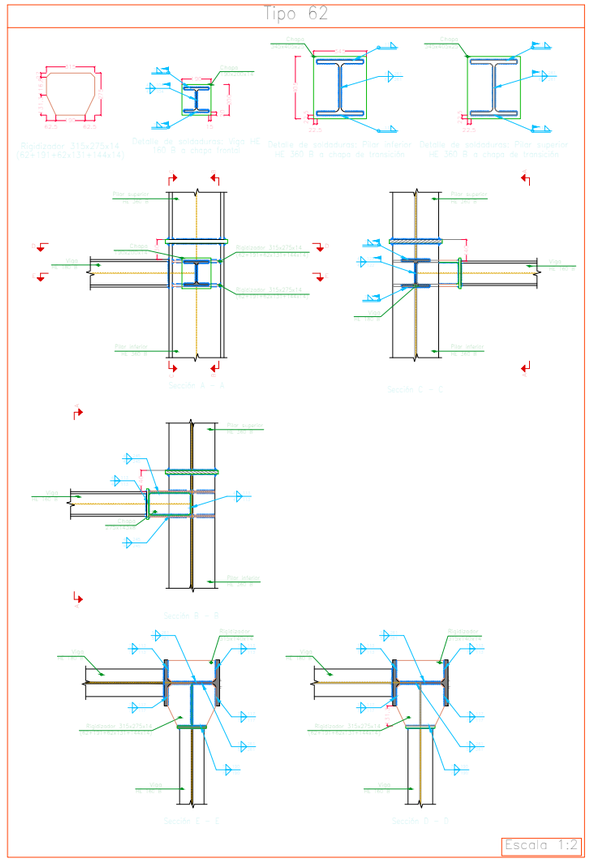
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.015
Proyección	UNIONES 55, 56, 57 U 58	Sustituye a Sustituido por

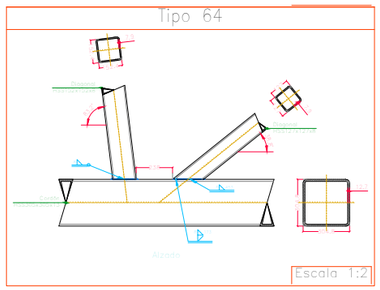
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

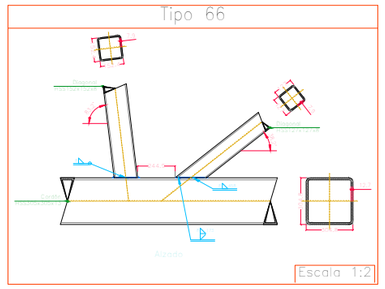


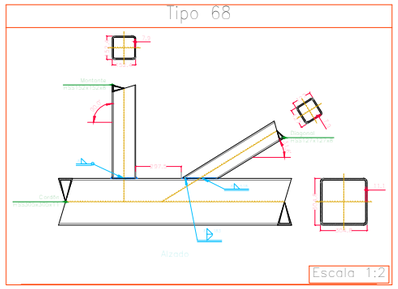


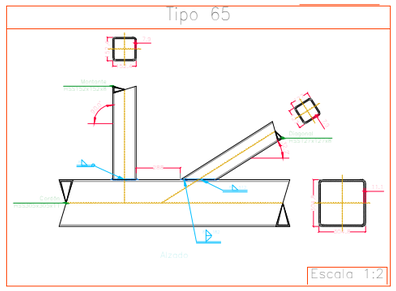


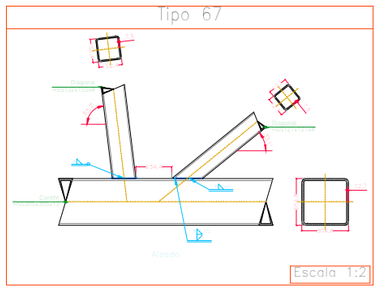


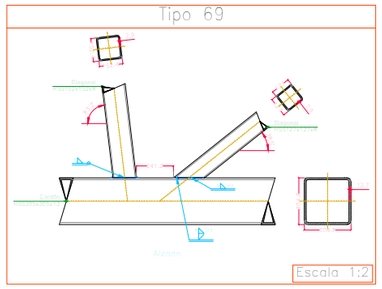


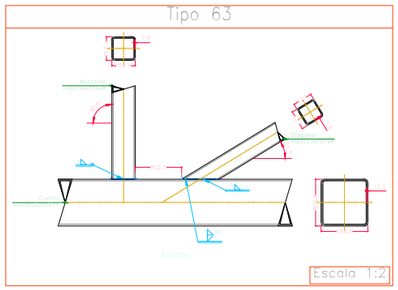








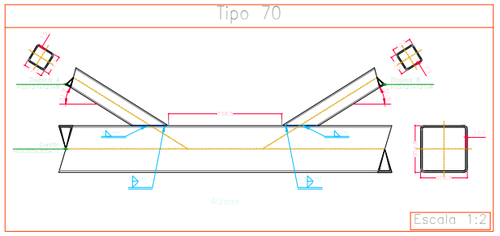


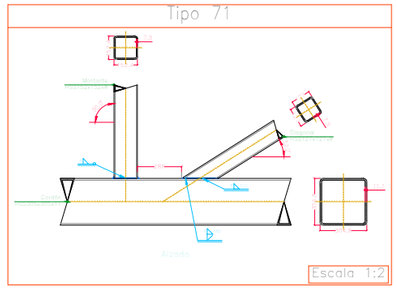


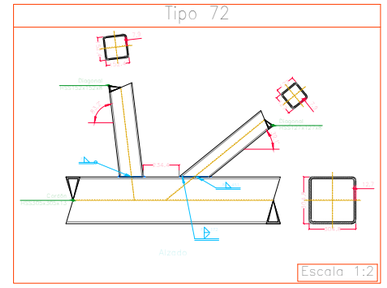
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

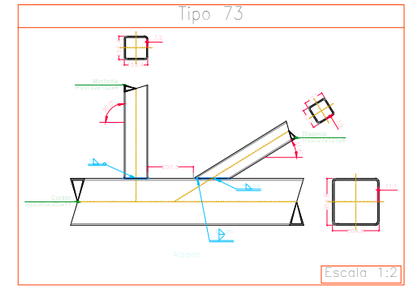
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.016
Proyección	UNIONES 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 Y 69	Sustituye a Sustituido por

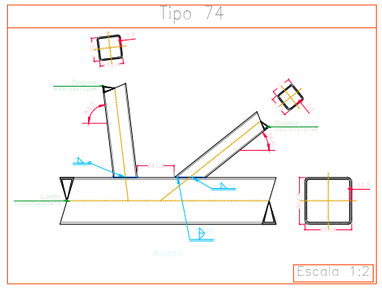
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

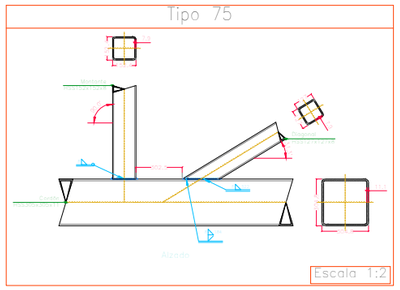


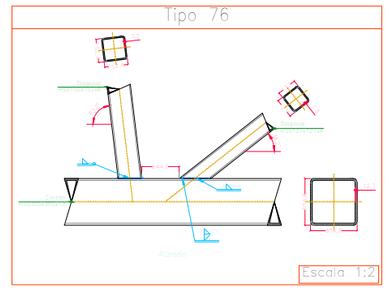


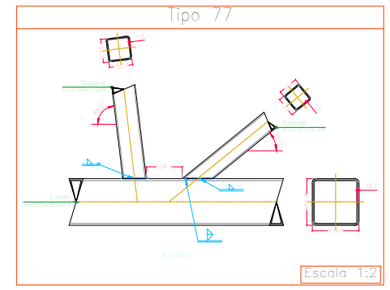


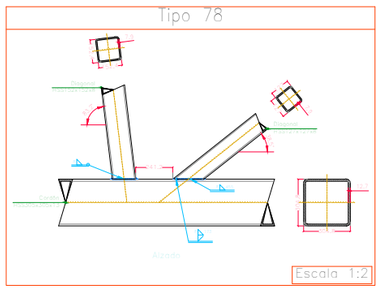


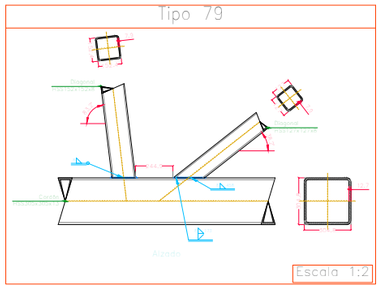


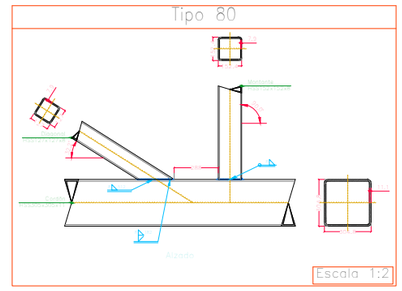


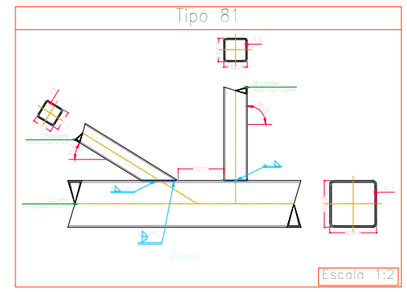


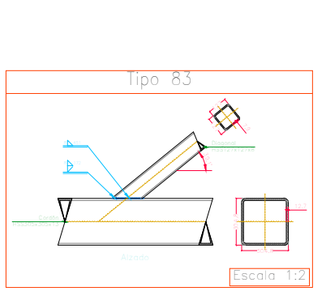








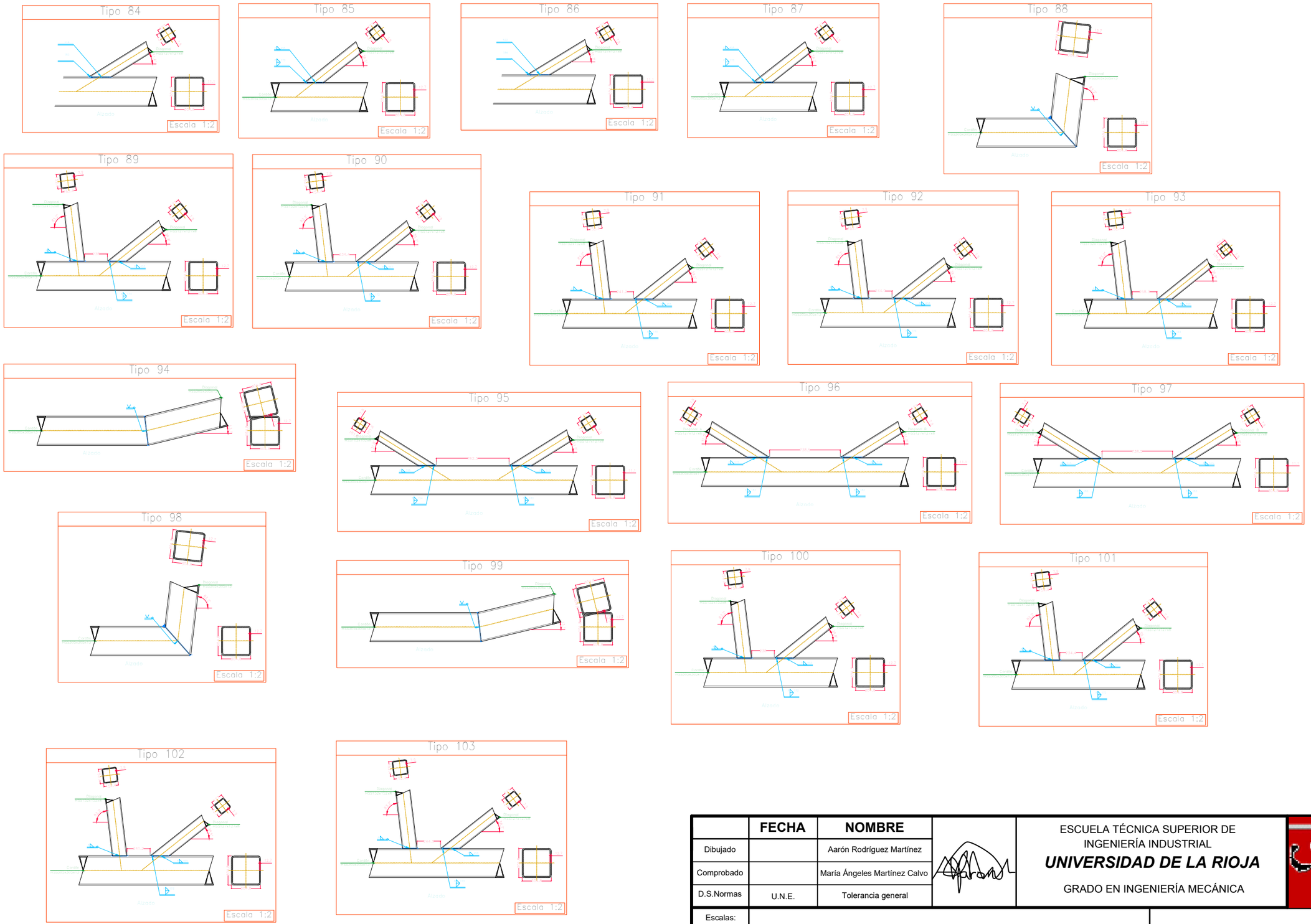




	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.017
Proyección	UNIONES 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 Y 83	Sustituye a Sustituido por

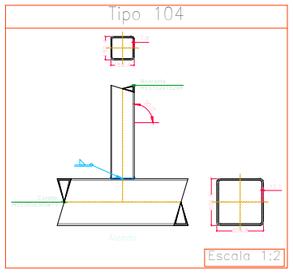
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

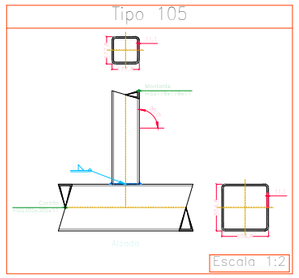


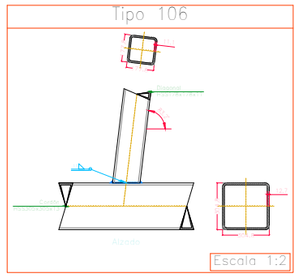
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA***
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

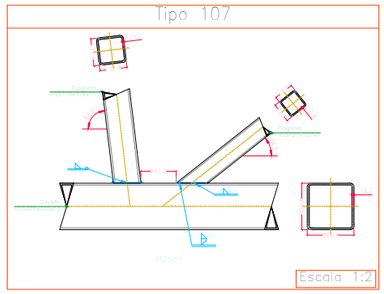
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.018
Proyección	UNIONES 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 Y 103	Sustituye a
		Sustituido por

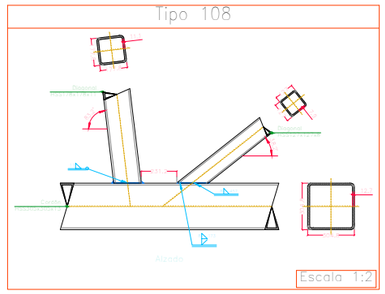
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

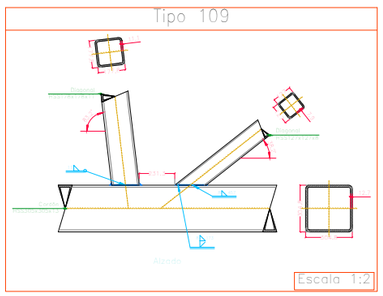


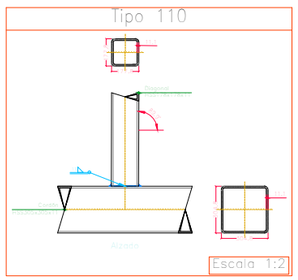


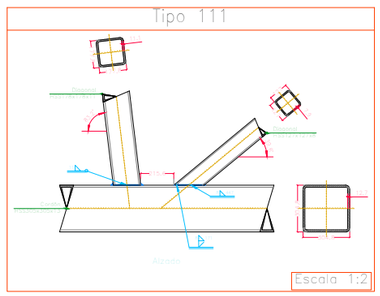


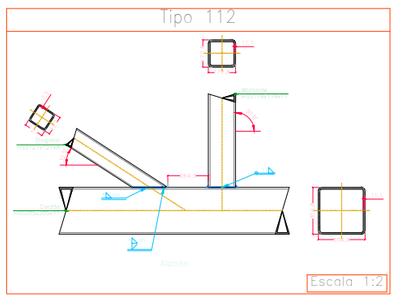


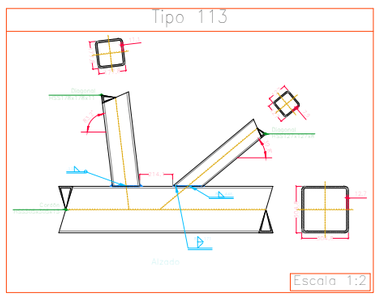


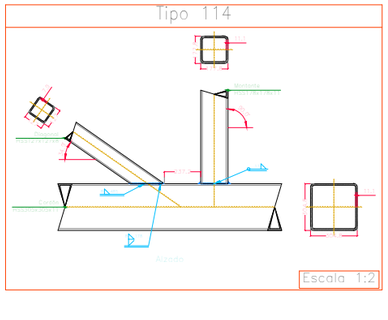


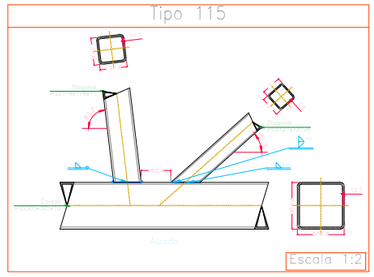


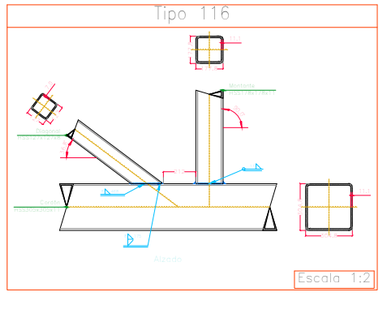


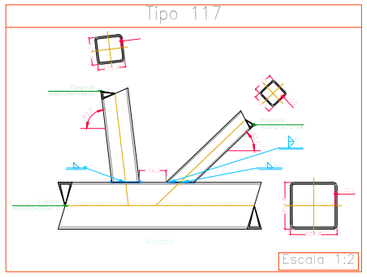


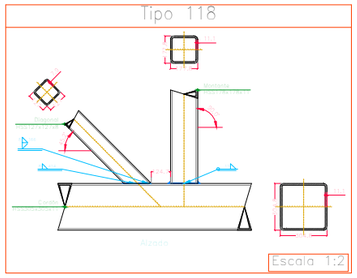


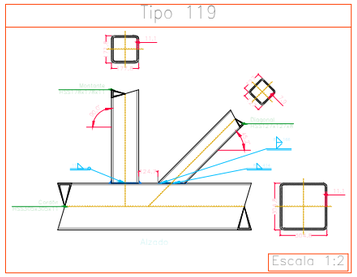


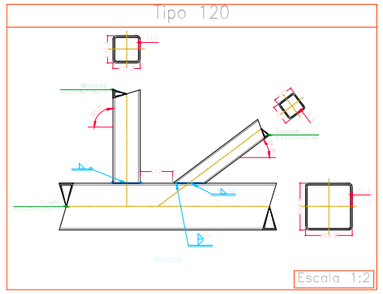










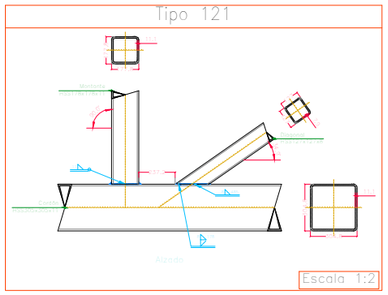


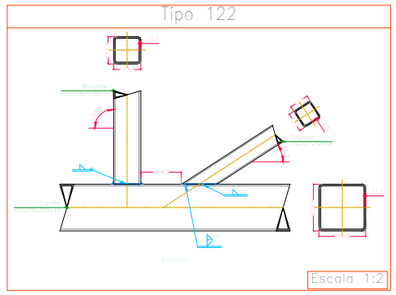
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ***UNIVERSIDAD DE LA RIOJA*** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez			
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo			
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general			
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**				Número: U.019
Proyección	UNIONES 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119 Y 120				Sustituye a Sustituido por

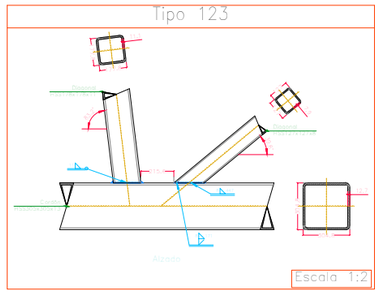
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

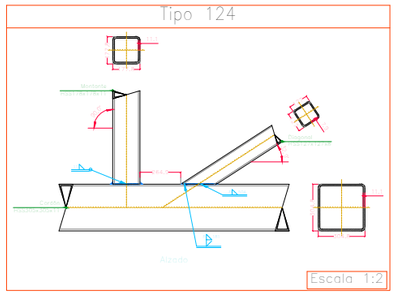
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

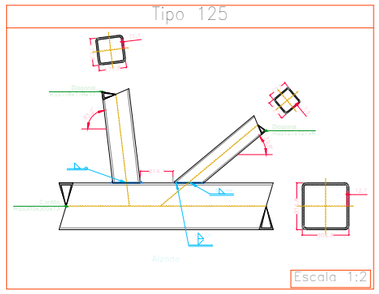
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

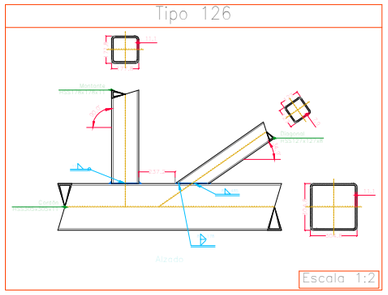


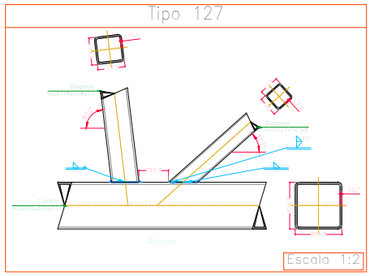


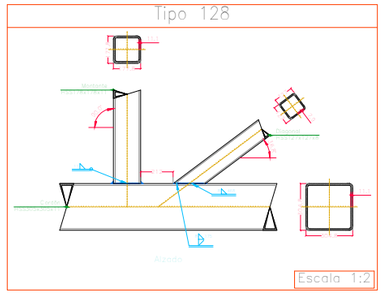


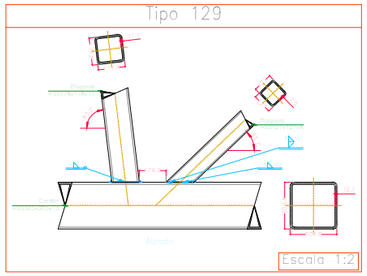


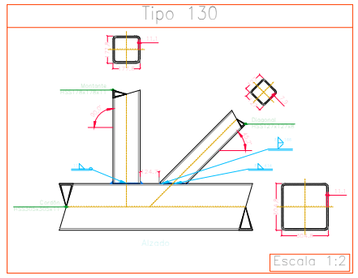


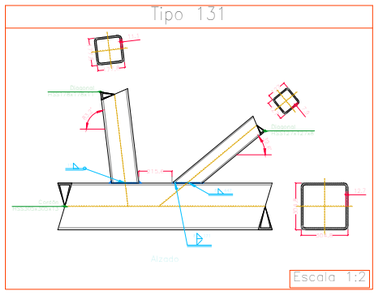


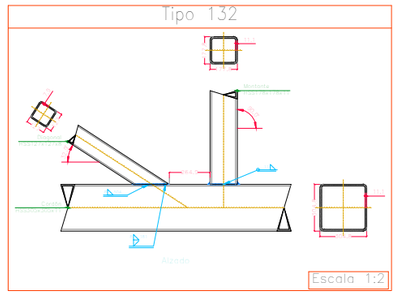


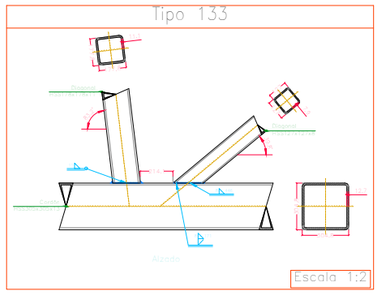


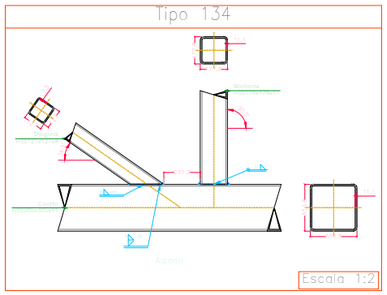


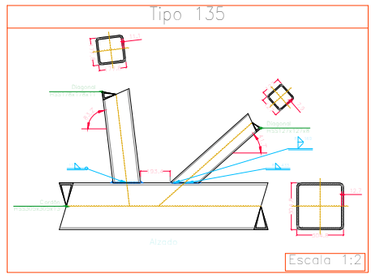


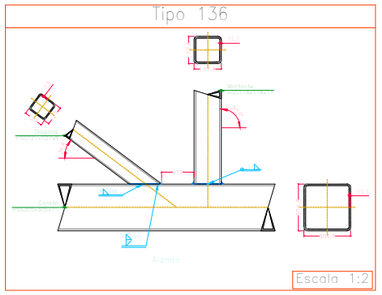


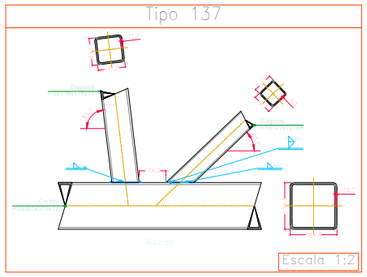












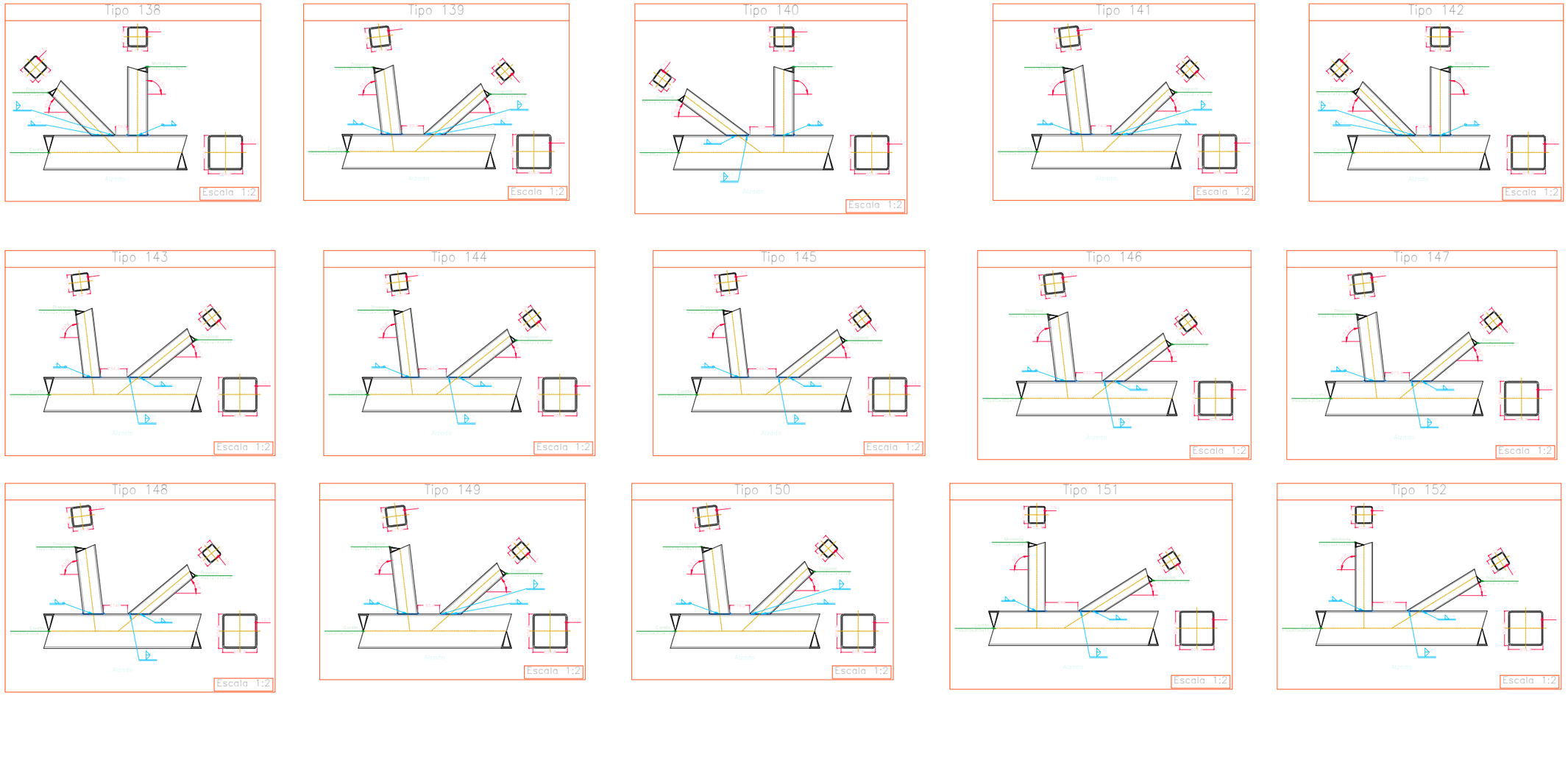
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.020
Proyección	UNIONES 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136 Y 137	Sustituye a Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

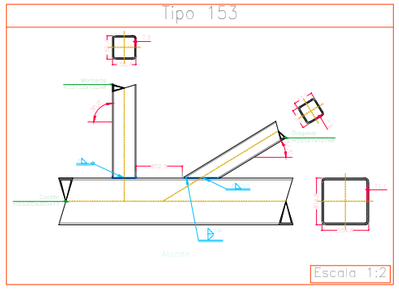
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

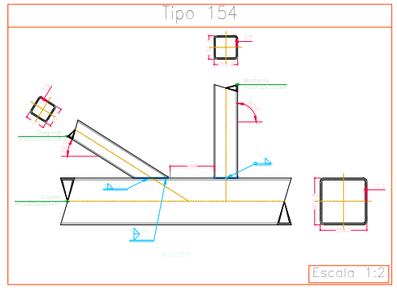


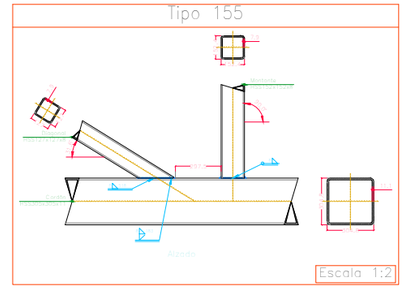
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

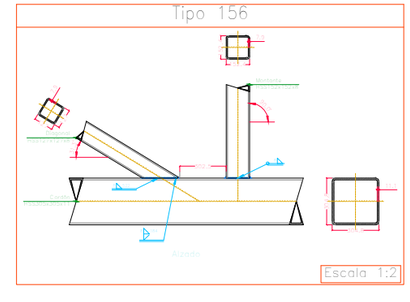
Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.021
Proyección	UNIONES 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151 Y 152.	Sustituye a Sustituido por

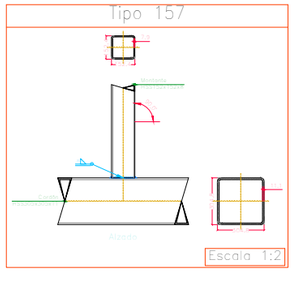
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

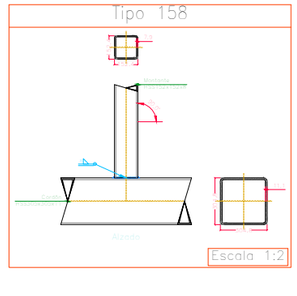


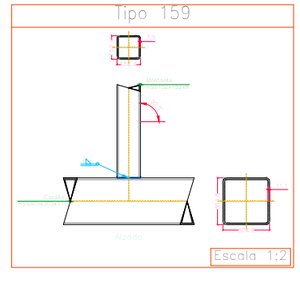


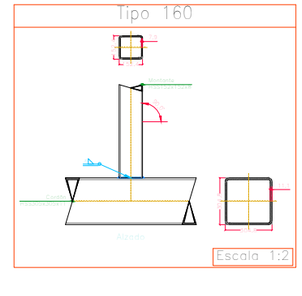


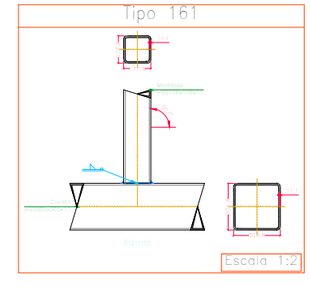


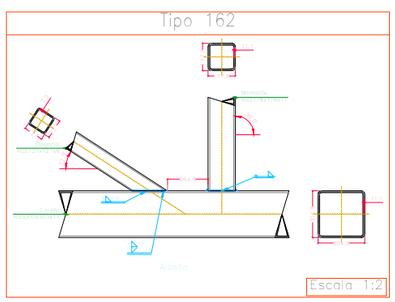


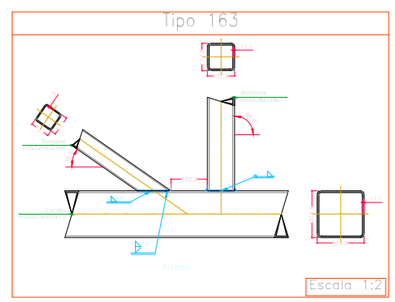


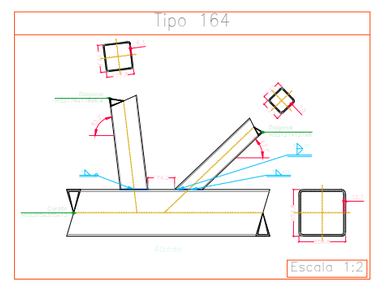


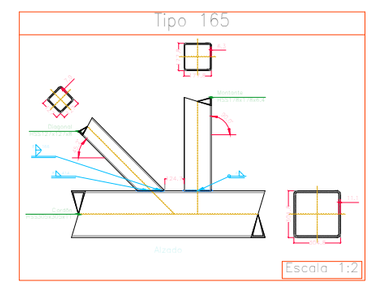


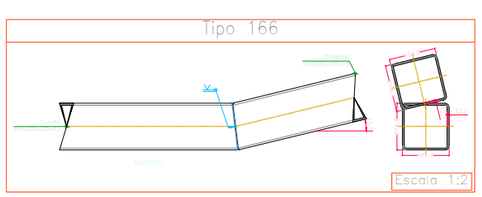








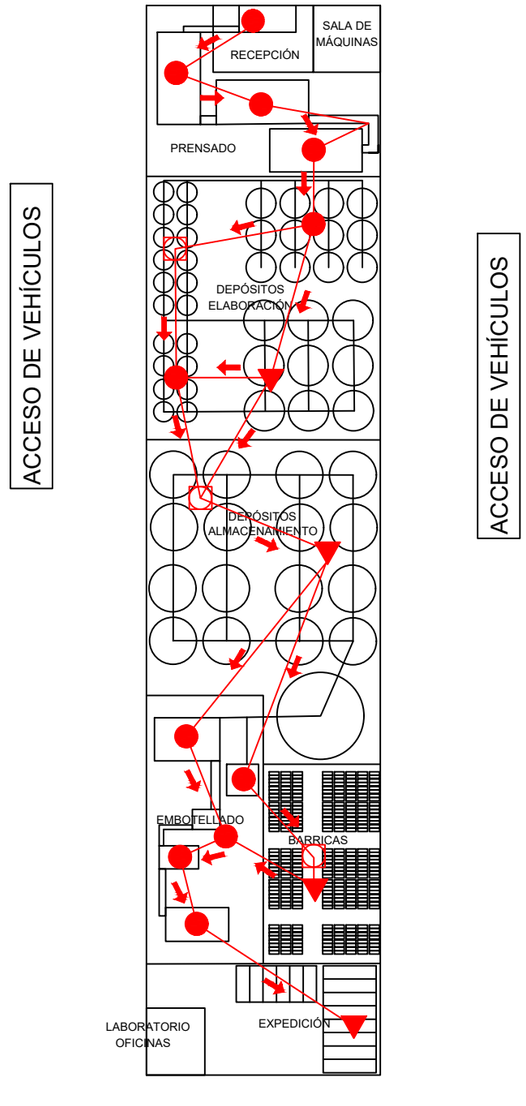




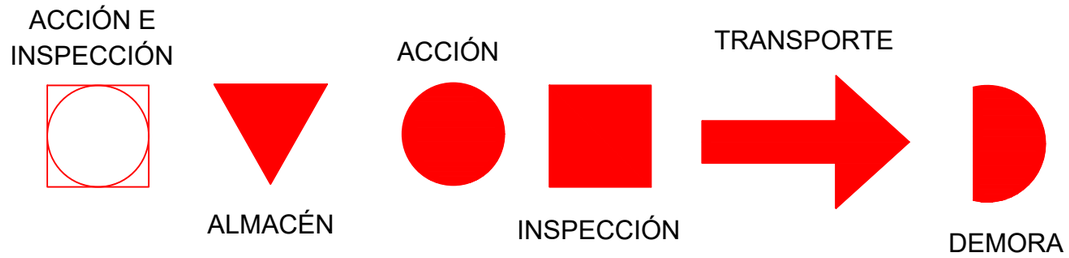
	FECHA	NOMBRE		
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: VARIAS	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: U.022
Proyección	UNIONES 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165 Y 166.	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



PARKING



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL **UNIVERSIDAD DE LA RIOJA** GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
Dibujado		Aarón Rodríguez Martínez		
Comprobado		María Ángeles Martínez Calvo		
D.S.Normas	U.N.E.	Tolerancia general		

Escalas: 1:50	**TRABAJO FIN DE GRADO - NAVE INDUSTRIAL**	Número: 2D_023
Proyección	VISTA 2D - LAY OUT	Sustituye a
		Sustituido por

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

DOCUMENTO 3: ANEXOS

“PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL Y CICLO PRODUCTIVO DE UNA BODEGA”

SEPTIEMBRE DE 2020

ALUMNO: AARON RODRIGUEZ MARTÍNEZ
TUTOR: MARIA ANGELES MARTINEZ CALVO

ÍNDICE

ANEXO 1

Memoria de Cálculo

1. Justificación de la solución escogida

En el presente Proyecto de construcción de una nave industrial para desarrollar en su interior una explotación agraria con carácter de bodega. Esta nueva nave industrial forma parte de una ampliación de la cooperativa actual que se encuentra en el municipio y servirá para poder recoger más kilos de materia prima y realizar productos más elaborados y de mayor calidad.

La ubicación de la nave industrial se ha elegido por la gran comunicación mediante la red de carreteras, que está próxima a la cooperativa ya existente y por la gran cantidad de extensión con explotación viñedos que rodean toda la parcela.

1.1 Estructura

En cuanto a la estructura se ha optado por pórticos con una celosía belga para lo pórticos centrales, este tipo de pórtico cuenta con múltiples ventajas como mayor rigidez, menor peso de la estructura, pero en su contra es un pórtico más complejo que uno simple, por lo que conlleva más horas de trabajo para su fabricación. Para la realización de la estructura metálica se ha empleado acero laminado S275.

1.2 Cimentación

En cuanto a la cimentación se ha optado por la ejecución de zapatas y vigas de atado de hormigón armado, estas dos fabricadas en obra, estos dos elementos proporcionarán a la estructura metálica la rigidez necesaria. Para la realización de la cimentación se ha utilizado hormigón HA-25/B/40/IIA y para el acero del forjado B 500 S.

1.3 Cálculo

1.3.1 Acero conformado y laminado

Todo dimensionado se rige por la norma del Código Técnico CTE SE-A, perteneciente al apartado de Seguridad Estructural, a través de la norma se establecen los coeficientes de aprovechamiento, deformaciones y estabilidad, siguiendo todos los principios de la Resistencia de Materiales y la Mecánica Racional.

Toda la estructura se encuentra sometida a acciones externas, estas acciones se ponderarán para el cálculo de los coeficientes de aprovechamiento, así como para la aprobación de secciones. Para las deformaciones y de acuerdo con los límites de flecha y agotamiento de tensiones determinados, no se mayorarán estas acciones.

La plastificación será admitida si se produce de forma local cuando se realice un cálculo lineal de primera orden, siempre y cuando s cumpla lo indicado en la norma.

En cuanto al pandeo y pandeo lateral se considerará en elementos que estén sometidos a compresión y a situaciones de flectado, teniendo siempre en cuenta lo establecido en la norma.

1.3.2 Hormigón armado

El método que se ha empleado para realizar los cálculos es el de los Estados Límites, este cálculo se rige por los principios de la Mecánica Racional, teoría de Resistencia de Materiales y

teoría de la Elasticidad; además este cálculo limita el efecto de las acciones externas a través de la ponderación del os coeficientes.

En los Estados Límites Últimos se comprueba siempre que sea necesario el equilibrio, adherencia, anclaje, fatiga, agotamiento o rotura. En cuanto a la comprobación de deformaciones y vibraciones se comprobarán con los Estados Límites de Utilización.

En el proceso de cálculo de las combinaciones con los coeficientes de mayoración y minoración se tendrá en cuenta los estados de carga, estos cálculos se rigen por lo establecido en el artículo 12 y 13 de la norma EHE-08. El artículo 12 para los coeficientes de seguridad y el artículo 13 para las combinaciones de hipótesis.

Para obtener los esfuerzos en las distintas hipótesis simples, se realizarán a través de un cálculo lineal de primer orden, reconociendo que entre los esfuerzos y deformaciones existe una proporcionalidad, además de principio de superposición de acciones y siendo el comportamiento de los materiales y la estructura, lineal.

Es imprescindible el uso de los diagramas de envolventes para cada esfuerzo para poder obtener las solicitaciones más determinantes en el dimensionado de todos los elementos del forjado.

1.4 Cálculos mediante software

Todo el proceso de cálculo, obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales de la estructura de cimentación del Proyecto se ha realizado mediante el software Cype3D. Para la estructura metálica, se ha usado el mismos software pero en esta ocasión se ha obtenido las solicitaciones y el proceso de cálculo, siendo el dimensionamiento de los elementos ejecutados manualmente.

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_P P_k+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

2. Características de los materiales

2.1 Aceros

2.1.1 Aceros laminados

- Acero en Perfiles Metálicos
  - Designación: S275
  - Límite Elástico (N/mm^2): 275

2.1.2 Aceros conformados

- Aceros en Perfiles Metálicos
  - Designación: S275
  - Límite Elástico: 275

2.2 Hormigón armado

2.2.1 Hormigón

- Resistencia Característica a los 28 días (N/mm^2): 25
- Tamaño máximo del árido: 30
- Sistema de compactación: Vibrado
- Coeficiente de minoración: 1,5
- Resistencia de cálculo del hormigón (N/mm^2): 10
- Tipo de ambiente:
  - Vigas: I
  - Encepados IIa

2.2.2 Acero en barras

- Designación: B-500-S
- Límite Elástico (N/mm^2): 500
- Nivel de Control Previsto: Normal
- Coeficiente de Minoración: 1.15
- Resistencia del Acero (N/mm^2): 438,78

2.2.3 Acero en Malla

- Designación: B-500-S
- Límite Elástico (N/mm^2): 500

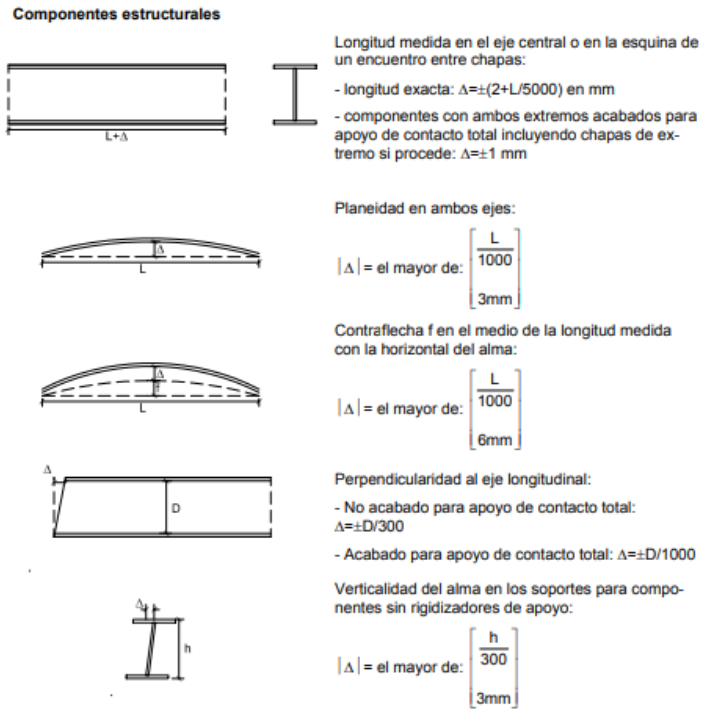
2.3 Deformaciones

Siguiendo todas las normas del documento CTE SE, se han establecido los límites de deformación de toda la estructura, estos límites se encuentran en el apartado 4.3.3. de la norma mencionada anteriormente.

2.3.1 Acero en estructuras

Siguiendo la norma se deberá mantener los valores de las deformaciones dentro de los límites establecidos en la norma, cada elemento estructural tiene un límite máximo dependiendo de su configuración.

Se tendrá en cuenta la flecha de los elementos de la estructura, así como los desplazamientos horizontales o desplomes.



2.3.2 Tolerancia en ejecución

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	TOLERANCIA	FIGURA	OBSERVACIONES
Dimensiones totales del conjunto del edificio	Δ_l	±20 mm para l ≤30 m ±(20 + 0,25 (l-30)) mm para 30 m < l < 210 m	11.1 11.2	Para la altura del edificio, reemplazar l por h
Desviación en inclinación de los pilares: a) entre forjados (distancia hc) b) máxima desviación de la directriz	V_h V_l	0,0035 hl 0,0035 (∑ hl) 3/(n+2)	11.3	La tolerancia máxima en el piso “n” depende de la altura hl y del número n de pisos
Flecha del pilar entre forjados consecutivos (altura hc)	f_0	0,015 hl	11.3	
Flecha lateral de una viga (luz lb)	f	0,0015 lb ≤ 40 mm	11.4	En el caso de vigas que soporten losas prefabricadas de hormigón, la altura mínima de apoyo debe respetarse (véase también Δlb)
Vigas y pilares soldados: - Flecha local del alma entre las alas superior e inferior - Inclinación del alma entre las alas	f_w v_w	h_w /150 h_w /75	11.6	h_w= altura del alma b= ancho del ala El valor f_w se refiere a la deformación total del alma

- Excentricidad del alma con relación al centro de una de las alas	v_{we}	b / 40		Las deformaciones locales no deben sobrepasar f_w = 6 mm en 1000 mm de longitud
Partes unidas a una viga o un pilar	e_1	5 mm en cualquier dirección	11.7	
Flecha de pilares o de vigas	f	0,001 h_l , o 0,001 l_b	11.3 11.4	

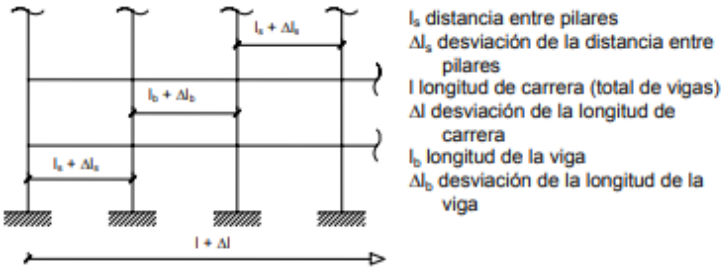


Figura 11.1

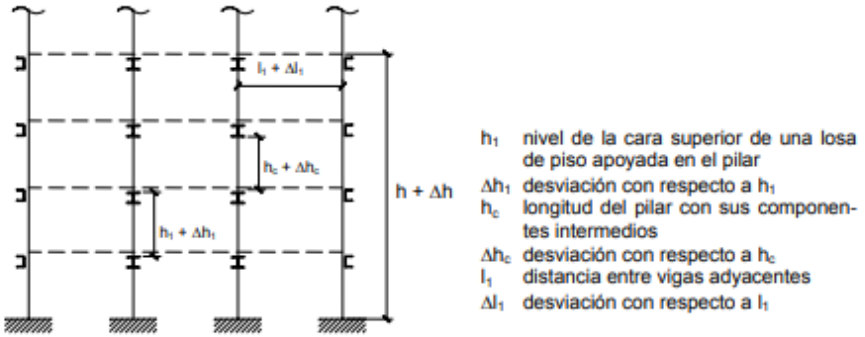


Figura 11.2

Acciones consideradas en los cálculos

3. Acciones debido al Viento

3.1 Altura máxima de la cumbre del edificio

La altura máxima que alcanza el edificio es de 10,2 metros desde la cota 0.

3.2 Zona Eólica

Según lo establecido en el CTE, el municipio donde se ubica el Proyecto que es Entrena, se encuentra en la zona eólica con denominación B y con una velocidad de 27 m/s.

3.3 Grado de aspereza

El grado de aspereza al que pertenece la ubicación del Proyecto es la denominada: III, “Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas”.

4. Acciones gravitatorias

4.1 Cargas superficiales oficina

A continuación se van a describir el tipo de cargas que se han usado para calcular los esfuerzos que soporta la estructura de las oficinas.

4.1.1 Peso propio del forjado

- Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m: 4 Kn/m^2

4.1.2 Solados

- Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m: 1 Kn/m^2.

4.1.3 Tabiquería

- Tabicón u hoja simple de albañilería, grueso total < 0,14 m: 5 Kn/m^2

4.1.4 Sobrecarga de Uso

- Zona Administrativa (B): 2 Kn/m^2

4.1.5 Cubierta, sobre forjado

- Faldones de chapa, tablero o paneles ligero: 1 Kn/m^2

4.2 Cargas superficiales nave industrial

4.2.1 Nieve

- N (EI): 0,745 Kn/m^2
- N1 ®: 0,372 Kn/m^2
- N2 ®: 0,745 Kn/m^2

5. Acciones térmicas

Siguiendo la norma establecida en el CTE DB SE-AE, una estructura metálica no debe superar los 40 metros de continuidad para que no se analicen los cálculos y deformaciones térmicas.

La estructura tiene una configuración y diseño en el cual no se ha superado el límite de los 40 metros de estructura lineal, disponiendo de un doble pórtico para cumplir con lo establecido en la norma. Siendo una estructura de 160 metros separada en 4 tramos de 40 metros.

Este doble pórtico está unido mediante juntas de dilatación para estructuras de acero.

6. Acciones combinada

6.1 E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

6.2 E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

6.3 Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

6.4 Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

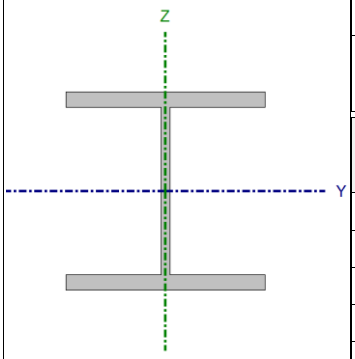
ANEXO 2

Comprobación de la estructura

Para dejar el cálculo detallado y completo se dejará el análisis de cada elemento de la estructura que se ha diseñado:

CORREAS

Perfil: HE 160 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N176	N237	5.000	54.30	2492.00	889.20	31.27

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.000	5.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N176/N237	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 2.4	η = 4.5	x: 0 m η = 21.0	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 2.7	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.9	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 2.7	η = 0.1	**CUMPLE η = 28.9**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.42*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.30* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *737.19* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *2065.98* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *737.19* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — **I_y** : *2492.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — **I_z** : *889.20* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — **I_t** : *31.27* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — **I_w** : *47940.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : *81000* Mpa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — **L_{ky}** : *5.000* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — **L_{kz}** : *5.000* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — **I_0** : *7.89* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. — **i_y** : *6.77* cm — **i_z** : *4.05* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. — **Y_0** : *0.00* mm — **z_0** : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

16.75 ≤ 164.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	H_w :	*134.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	T_w :	*8.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*10.72*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*20.80*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	F_{yf} :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.024*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *34.16* Kn

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *1422.14* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*54.30*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	F_{yd} :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.015*** ✓

η : ***0.045*** ✓

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *21.78* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1422.14* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *484.58* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.69*

χ_z : *0.34*

Siendo:

ϕ_y : *0.97*

ϕ_z : *1.81*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.85*

$\bar{\lambda}_z$: *1.42*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *737.19* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *2065.98* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *737.19* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.210*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *11.40* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *19.50* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *92.71* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *354.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.061*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *2.73* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *2.35* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *44.52* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *170.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.027*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.19* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *266.74* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *17.64* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *54.30* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *160.00* mm

t_f: Espesor del ala. **T_f** : *13.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *8.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *15.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

13.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *13.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.60* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *658.98* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *43.58* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *54.30* cm²

d: Altura del alma. **D** : *134.00* mm

t_w: Espesor del alma. T_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

7.19 Kn ≤ 133.37 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *7.19* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *266.74* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.60 Kn ≤ 329.49 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.60* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *658.98* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.289*** ✓

η : ***0.246*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N176, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *34.04* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^-$** : *18.91* Kn·m **$M_{z,Ed}^+$** : *2.73* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. **$N_{pl,Rd}$** : *1422.14* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *92.71* Kn·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *44.52* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **$M_{ef,Ed}$** : *-17.13* Kn·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. **$\sigma_{com,Ed}$** : *48.40* Mpa

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. **$W_{y,com}$** : *354.00* cm³

A: Área de la sección bruta. **A** : *54.30* cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. **$M_{b,Rd,y}$** : *92.71* Kn·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

7.19 Kn ≤ 133.26 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$V_{Ed,z}$** : *7.19* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd,z}$** : *266.52* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *3.64* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.05* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.027*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N176, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.19* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *266.52* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *266.74* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.31* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.05* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.60* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *658.37* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *658.98* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.35* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.05* cm³

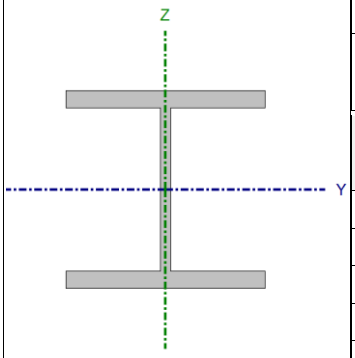
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Perfil: HE 120 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N276	N307	4.500	34.00	864.40	317.50	13.93

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.500	4.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N276/N307	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.2	η = 0.6	x: 0 m η = 8.5	x: 4.5 m η = 5.9	x: 0 m η = 1.3	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 12.6	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 1.3	η = 0.1	**CUMPLE η = 12.6**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.70*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *34.00* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *324.97* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *884.73* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *324.97* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *864.40* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *317.50* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *13.93* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *9410.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* Mpa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *4.500* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *4.500* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **I_0** : *5.90* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : *5.04* cm

i_z : *3.06* cm

Y_0 : *0.00* mm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

15.08 ≤ 159.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*98.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*6.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*6.37*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*13.20*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1+0.75·N®2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *2.14* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *890.48* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*34.00*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

η : ***0.006*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1+0.75·N®1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *1.47* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *890.48* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *34.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *230.32* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *34.00* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.58*

χ_z : *0.26*

Siendo:

ϕ_y : *1.17*

ϕ_z : *2.31*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *1.03*

$\bar{\lambda}_z$: *1.70*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *324.97* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *884.73* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *324.97* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.085*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N276, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1.74* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N276, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.66* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *43.27* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *165.20* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.059*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N®2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1.25* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.91* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *21.21* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *80.97* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.013*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N276, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *165.65* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *10.96* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *34.00* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *120.00* mm

t_f: Espesor del ala. **T_f** : *11.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *6.50* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *12.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

11.38 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *11.38*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N®2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.56* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *417.80* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *27.63* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *34.00* cm²

d: Altura del alma. **D** : *98.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *6.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

2.20 Kn ≤ 82.83 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *165.65* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

0.56 Kn ≤ 208.90 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N276, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N®2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.56* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *417.80* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.126*** ✓

η : ***0.121*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N276, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{t,Ed}$** : *2.07* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^-$** : *3.64* Kn·m; **$M_{z,Ed}^+$** : *0.83* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — **$N_{pl,Rd}$** : *890.48* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *43.27* Kn·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *21.21* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **$M_{ef,Ed}$** : *-3.56* Kn·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. — **$\sigma_{com,Ed}$** : *21.53* Mpa

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. — **$W_{y,com}$** : *165.20* cm³

A: Área de la sección bruta. — **A** : *34.00* cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. — **$M_{b,Rd,y}$** : *43.27* Kn·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

2.20 Kn ≤ 82.78 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — **$V_{Ed,z}$** : *2.20* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — **$V_{c,Rd,z}$** : *165.55* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *1.91* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *12.66* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.013*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N276, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.20* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *165.55* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *165.65* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.23* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *12.66* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N®2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.56* Kn

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$: *417.69* Kn

Donde:

$\mathbf{V_{pl,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{pl,Rd}}$: *417.80* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.10* Mpa

Siendo:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *12.66* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

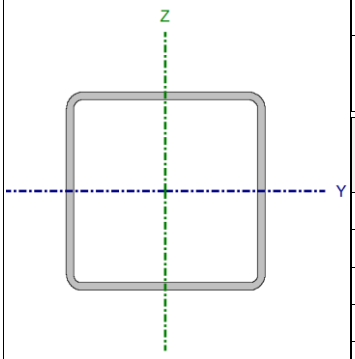
$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

PÓRTICO INTERIOR

CORDÓN SUPERIOR

Perfil: HSS305x305x13
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N619	N557	2.119	144.14	20152.30	20152.30	32383.81

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.119	2.119	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N619/N557	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 30.9	x: 0.848 m η = 9.3	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 2.119 m η = 1.7	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 0.636 m η = 40.2	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE η = 40.2**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.21*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *144.14* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *93007.01* Kn

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *93007.01* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *93007.01* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *20152.30* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *20152.30* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *32383.81* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *1105.51* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* Mpa

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *2.119* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *2.119* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{I_0}$: *16.72* cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: *11.82* cm

$\mathbf{i_z}$: *11.82* cm

$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $\mathbf{Y_0}$: *0.00* mm

$\mathbf{z_0}$: *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{22.00 \leq 310.19} \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*279.40*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*12.70*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*70.97*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*38.71*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.308*** ✓

η : ***0.309*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N619, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *1161.88* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *3774.98* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	**Clase** :	*1*	
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	**A** :	*144.14*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *3762.58* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *144.14* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *1.00*

χ_z : *1.00*

Siendo:

ϕ_y : *0.52*

ϕ_z : *0.52*

α: Coeficiente de imperfección elástica. — α_y : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.21*

$\bar{\lambda}_z$: *0.21*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *93007.01* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *93007.01* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *93007.01* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.093*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.848 m del nudo N619, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *39.77* Kn·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.00* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *425.97* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *1626.42* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.017*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N557, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *18.75* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1073.11* Kn

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *70.97* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **D** : *279.40* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{T_w}$: *12.70* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

22.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *22.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

11.45 Kn ≤ **536.55 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *11.45* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *1073.11* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.401*** ✓

η : ***0.402*** ✓

η : ***0.365*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.636 m del nudo N619, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$:	*1160.83*	Kn
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{+}$:	*39.74*	Kn·m
	$M_{z,Ed}^{+}$:	*0.00*	Kn·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	*3774.98*	Kn
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*425.97*	Kn·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*425.97*	Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*144.14*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	*1626.42*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*1626.42*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	F_{yd} :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*275.00*	Mpa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$:	*1.00*	
	$C_{m,z}$:	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*1.00*	
	χ_z :	*1.00*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.21*	
	$\bar{\lambda}_z$:	*0.21*	
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y :	*0.60*	
	α_z :	*0.60*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

11.45 Kn ≤ 536.55 Kn ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *11.45* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *1073.11* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

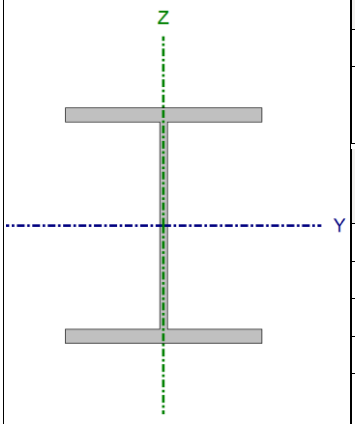
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

PILARES

Perfil: HE 360 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N48	N278	7.500	180.60	43190.00	10140.00	298.34

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	7.500	7.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N48/N278	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 31.7	x: 7.5 m η = 50.8	x: 7.5 m η < 0.1	x: 0 m η = 9.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.5 m η = 59.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 9.5	η < 0.1	**CUMPLE η = 59.4**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.13*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *180.60* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *3736.24* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *15914.01* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *3736.24* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*43190.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*10140.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*298.34*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*2883000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*7.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*7.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	I_0 :	*17.18*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*15.46*	cm
	i_z :	*7.49*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	Y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{25.20 \leq 181.57} \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma. H_w : *315.00* mm

t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*12.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*39.38*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*67.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*265.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.148*** ✓

η : ***0.317*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *676.06* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *4558.00* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	**Clase** :	*1*	
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	**A** :	*180.60*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*252.38*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*265.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *2131.36* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *180.60* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.86*

χ_z : *0.47*

Siendo:

ϕ_y : *0.71*

ϕ_z : *1.37*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.55*

$\bar{\lambda}_z$: *1.13*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *3736.24* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *15914.01* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *3736.24* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.508*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.00* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N278, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *344.06* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *677.14* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *2683.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η < ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N278, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *0.11* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N278, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.01* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *260.46* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. — **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. — $W_{pl,z}$: *1032.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.095*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *83.79* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *882.47* Kn

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *60.56* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *180.60* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *300.00* mm

$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{T_f}$: *22.50* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{T_w}$: *12.50* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *27.00* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *252.38* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

20.88 < **65.92** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *20.88*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *65.92*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{F_{ref}}$: *235.00* Mpa

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.02* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2057.82* Kn

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *141.23* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *180.60* cm²

d: Altura del alma. **D** : *315.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{T_w}$: *12.50* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *252.38* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

83.79 Kn ≤ **441.23 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *83.79* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *882.47* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.02 Kn ≤ **1028.91 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.02* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *2057.82* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.569*** ✓

η : ***0.594*** ✓

η : ***0.454*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N278, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *307.61* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{y,Ed}^-$** : *339.60* Kn·m; **$M_{z,Ed}^+$** : *0.09* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — **$N_{pl,Rd}$** : *4558.00* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — **$M_{pl,Rd,y}$** : *677.14* Kn·m; **$M_{pl,Rd,z}$** : *260.46* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *180.60* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — **$W_{pl,y}$** : *2683.00* cm³; **$W_{pl,z}$** : *1032.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.03*

k_z : *1.20*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — **$C_{m,y}$** : *1.00*; **$C_{m,z}$** : *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : *0.86*; χ_z : *0.47*

$\bar{\lambda}_y$: *0.55*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\bar{\lambda}_z$:	1.13
α_y :	0.60
α_z :	0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

83.79 Kn ≤ 441.22 Kn ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{V_{Ed,z}}$: 83.79 Kn

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: 882.45 Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{M_{T,Ed}}$: 0.00 Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: 19.32 Kn·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. — $\mathbf{W_T}$: 132.60 cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{F_{yd}}$: 252.38 Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: 265.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.095*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *83.79* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *882.45* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *882.47* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.01* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *132.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.02* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *2057.71* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *2057.82* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.02* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *132.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

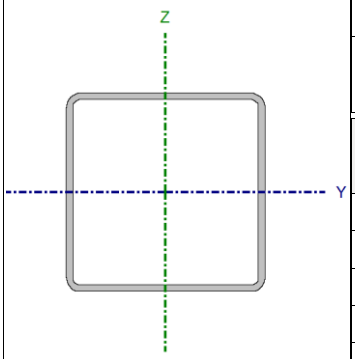
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

CORDÓN INFERIOR

Perfil: HSS305x305x11
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N1342	N281	0.497	127.48	18059.89	18059.89	28774.96

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.497	0.497	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1342/N281	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 6.4	x: 0.497 m η = 60.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0.497 m η = 26.7	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	η < 0.1	N.P.(3)	x: 0.497 m η = 66.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.497 m η = 26.6	N.P.(4)	**CUMPLE η = 66.5**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
(2) *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
(3) *No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
(4) *No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.05*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *127.48* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *1513708.23* Kn

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *1513708.23* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *1513708.23* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*18059.89*	cm4
$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*18059.89*	cm4
$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*28774.96*	cm4
$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*811.04*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*0.497*	m
$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*0.497*	m
$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{I_0}$:	*16.83*	cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*11.90*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*11.90*	cm
$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{Y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{25.39 \leq 311.93} \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*282.54*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*11.13*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*62.89*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*33.92*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *1.68* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3338.68* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*127.48*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.064*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *214.70* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 3338.68 Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 127.48 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : 261.90 Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 0.05

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 127.48 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 Mpa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 1513708.23 Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1513708.23 Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 1513708.23 Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.601** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.00 Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N281, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 226.81 Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 377.27 Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 1440.50 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : 261.90 Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.267*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N281, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *253.84* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *951.02* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *62.89* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. — **D** : *282.54* mm

t_w: Espesor del alma. — T_w : *11.13* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

25.39 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *25.39*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

253.18 Kn ≤ 475.51 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *253.18* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *951.02* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.665*** ✓

η : ***0.665*** ✓

η : ***0.425*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N281, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	**$N_{c,Ed}$** :	*214.70*	Kn
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^-$** :	*226.81*	Kn·m
	$M_{z,Ed}^+$:	*0.00*	Kn·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	**$N_{pl,Rd}$** :	*3338.68*	Kn
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*377.27*	Kn·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*377.27*	Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*127.48*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*1440.50*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*1440.50*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M1}** :	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.05*
$\bar{\lambda}_z$: *0.05*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

253.18 Kn ≤ 475.51 Kn ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *253.18* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *951.02* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *290.29* Kn·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *1919.75* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.266*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N281, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *252.73* Kn

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *951.01* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *951.02* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.00* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *1919.75* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

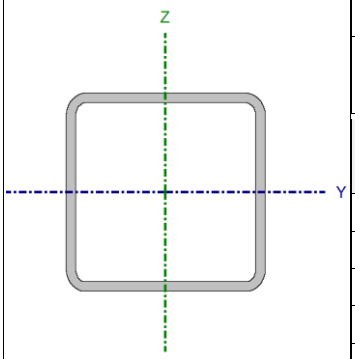
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

CELOSÍA

MONTANTES

Perfil: HSS152x152x8
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N644	N613	1.280	44.27	1505.48	1505.48	2461.64

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.280	1.280	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N644/N613	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 6.1	x: 0 m η = 7.4	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	η = 2.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 0 m η = 13.5	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE η = 13.5**

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
- *$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez*
- *λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_Y: Resistencia a flexión eje Y*
- *M_Z: Resistencia a flexión eje Z*
- *V_Z: Resistencia a corte Z*
- *V_Y: Resistencia a corte Y*
- *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*
- *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- *M_t: Resistencia a torsión*
- *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
- *(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
- *(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
- *(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
- *(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
- *(6) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.25*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *44.27* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *19030.37* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19030.37* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *19030.37* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *1505.48* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *1505.48* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *2461.64* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *28.24* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	**L_{ky}** :	*1.280*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	**L_{kz}** :	*1.280*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	**L_{kt}** :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	**I_0** :	*8.25*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	**i_y** :	*5.83*	cm
	i_z :	*5.83*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	**Y_0** :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

17.17 ≤ 306.62 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*136.50*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*7.95*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*21.70*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*12.12*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.060*** ✓

η : ***0.061*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N644, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *69.27* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1159.43* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *44.27* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *1128.23* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *44.27* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.97*

χ_z : *0.97*

Siendo:

ϕ_y : *0.54*

ϕ_z : *0.54*

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y** : *0.49*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.25*

$\bar{\lambda}_z$: *0.25*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *19030.37* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *19030.37* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *19030.37* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.074*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N644, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *4.80* Kn·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.00* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *65.23* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *249.08* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.022*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.06* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *328.18* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *21.70* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **D** : *136.50* mm

t_w: Espesor del alma. T_w : *7.95* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

17.17 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *17.17*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

7.06 Kn ≤ **164.09 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *7.06* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *328.18* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.133*** ✓

η : ***0.135*** ✓

η : ***0.106*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N644, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *69.27* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{y,Ed}^+$: *4.80* Kn·m
$M_{z,Ed}^+$: *0.00* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *1159.43* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{pl,Rd,y}$: *65.23* Kn·m
$M_{pl,Rd,z}$: *65.23* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *44.27* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$W_{pl,y}$: *249.08* cm³
$W_{pl,z}$: *249.08* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$:	1.00
	$C_{m,z}$:	1.00
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	0.97
	χ_z :	0.97
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	0.25
	$\bar{\lambda}_z$:	0.25
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y :	0.60
	α_z :	0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

7.06 Kn ≤ 164.09 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	7.06	Kn
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$:	328.18	Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

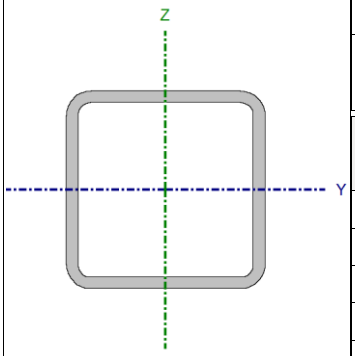
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Perfil: HSS178x178x11
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N1343	N1374	0.560	70.94	3192.66	3192.66	5311.19

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.560	0.560	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1343/N1374	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 9.7	x: 0.56 m η = 11.2	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	η = 6.9	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 0.56 m η = 20.5	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	**CUMPLE η = 20.5**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) *La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
(2) *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
(3) *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
(4) *No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
(5) *La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
(6) *No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.10*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *70.94* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *211242.11* Kn

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *211242.11* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *211242.11* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*3192.66*	cm4
$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*3192.66*	cm4
$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*5311.19*	cm4
$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*101.59*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*0.560*	m
$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*0.560*	m
$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{I_0}$:	*9.49*	cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*6.71*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*6.71*	cm
$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{Y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

13.97 ≤ 303.02 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*155.54*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*11.13*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*34.62*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*19.79*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.097*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1343, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *181.06* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1857.86* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	**Clase** :	*1*	
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	**A** :	*70.94*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.10*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *70.94* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *211242.11* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *211242.11* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *211242.11* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.112*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1374, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *13.60* Kn·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *121.64* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *464.46* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.069*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *35.99* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *523.54* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *34.62* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **D** : *155.54* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *11.13* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

13.97 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *13.97*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

35.99 Kn ≤ 261.77 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *35.99* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *523.54* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.205*** ✓

η : ***0.205*** ✓

η : ***0.160*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1374, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *173.36* Kn

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *13.60* Kn·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *0.00* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *1857.86* Kn

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *121.64* Kn·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *121.64* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *70.94* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *464.46* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *464.46* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.10*
$\bar{\lambda}_z$: *0.10*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

35.99 Kn ≤ 261.77 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *35.99* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *523.54* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

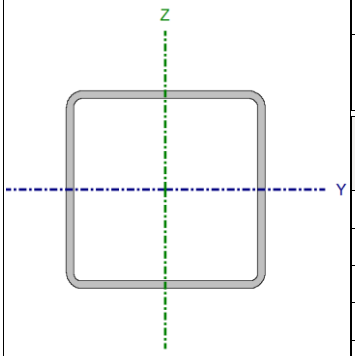
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Perfil: HSS305x305x13
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N282	N69	0.500	144.14	20152.30	20152.30	32383.81

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.500	0.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N282/N69	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.5 m η = 0.9	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 35.4	η < 0.1	x: 0.5 m η = 13.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η < 0.1	N.P.(2)	x: 0 m η = 36.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	**CUMPLE η = 36.0**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(2) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(4) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.05*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *144.14* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *1670720.07* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1670720.07* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *1670720.07* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*20152.30*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*20152.30*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*32383.81*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*1105.51*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*0.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*0.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	I_0 :	*16.72*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*11.82*	cm
	i_z :	*11.82*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	Y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{22.00 \leq 310.19} \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma. H_w : *279.40* mm

t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*12.70*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*70.97*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*38.71*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.009*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N®2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *35.53* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3774.98* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*144.14*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.023*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *85.95* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *3774.98* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *144.14* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.05*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *144.14* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *1670720.07* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *1670720.07* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *1670720.07* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.354*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.00* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *150.66* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *425.97* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *1626.42* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.00* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *0.00* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *425.97* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *1626.42* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.133*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *142.68* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *1073.11* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *70.97* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **D** : *279.40* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *12.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

22.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *22.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

141.93 Kn ≤ **536.55 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *141.93* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *1073.11* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.360*** ✓

η : ***0.360*** ✓

η : ***0.219*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N282, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *24.66* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{y,Ed}^{-}$** : *150.66* Kn·m **$M_{z,Ed}^{-}$** : *0.00* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *3774.98* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **$M_{pl,Rd,y}$** : *425.97* Kn·m **$M_{pl,Rd,z}$** : *425.97* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *144.14* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **$W_{pl,y}$** : *1626.42* cm³ **$W_{pl,z}$** : *1626.42* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *1.00*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.05*
$\bar{\lambda}_z$: *0.05*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

141.93 Kn ≤ 536.55 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *141.93* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *1073.11* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

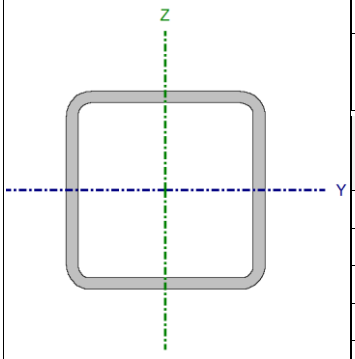
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

DIAGONALES

Perfil: HSS127x127x8
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N1343	N69	0.705	36.19	831.08	831.08	1382.55

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.705	0.705	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1343/N69	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.705 m η = 6.3	x: 0 m η = 3.3	x: 0.705 m η = 5.0	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 0.8	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 10.4	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 10.4**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.17*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.19* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *34638.36* Kn

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *34638.36* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *34638.36* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$\mathbf{I_y}$:	*831.08*	cm4
$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$\mathbf{I_z}$:	*831.08*	cm4
$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme.	$\mathbf{I_t}$:	*1382.55*	cm4
$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección.	$\mathbf{I_w}$:	*13.49*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$\mathbf{L_{ky}}$:	*0.705*	m
$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$\mathbf{L_{kz}}$:	*0.705*	m
$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$\mathbf{L_{kt}}$:	*0.000*	m
$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$\mathbf{I_0}$:	*6.78*	cm

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$\mathbf{i_y}$:	*4.79*	cm
	$\mathbf{i_z}$:	*4.79*	cm
$\mathbf{y_0}$, $\mathbf{z_0}$: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$\mathbf{Y_0}$:	*0.00*	mm
	$\mathbf{z_0}$:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{13.97 \leq 303.02}$$ ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*111.10*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*7.95*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*17.66*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*10.10*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.063*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *59.86* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *947.89* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*36.19*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.033*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1343, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *31.07* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *947.89* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.19* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.17*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *36.19* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : *34638.36* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *34638.36* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *34638.36* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.050*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+} : *0.37* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N69, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-} : *2.20* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *44.33* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}$: *169.26* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1343, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.22* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *267.11* Kn

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *17.66* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **D** : *111.10* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{T_w}$: *7.95* mm

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

13.97 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *13.97*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.22 Kn ≤ 133.56 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.22* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *267.11* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.104*** ✓

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1343, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	*54.34*	Kn
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^-$:	*2.07*	Kn·m
	$M_{z,Ed}^+$:	*0.00*	Kn·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$:	*947.89*	Kn
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	*44.33*	Kn·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*44.33*	Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$:	*-0.03*	Kn·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$:	*0.20*	Mpa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$:	*169.26*	cm³
A: Área de la sección bruta.	**A** :	*36.19*	cm²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$:	*44.33*	Kn·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

2.22 Kn ≤ 133.56 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$:	*2.22*	Kn
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$:	*267.11*	Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

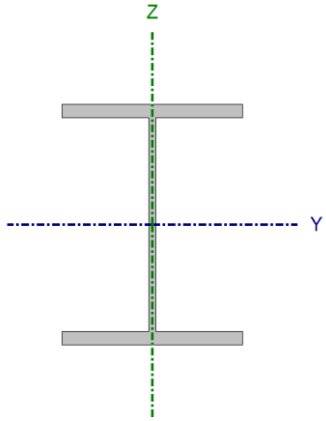
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

PÓRTICO EXTERIOR

Perfil: HE 400 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N174	N5	8.813	197.80	57680.00	10820.00	361.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	8.813	8.813	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N174/N5	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.813 m η = 0.3	x: 0 m η = 1.2	x: 0 m η = 9.0	x: 1.763 m η = 6.5	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.2	η < 0.1	η = 0.6	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 14.2**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.35*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *197.80* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *265.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *2887.49* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *15392.85* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *2887.49* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : *57680.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *10820.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *361.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : *3817000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* Mpa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *8.813* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *8.813* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *0.000* m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. I_0 : *18.61* cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *17.08* cm

i_z : *7.40* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. Y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

26.07 ≤ 193.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma. H_w : *352.00* mm

t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*13.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*47.52*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*72.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*265.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *12.97* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *4992.10* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*197.80*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*252.38*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*265.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.005*** ✓

η : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *23.50* Kn

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}}$: *4992.10* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *197.80* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *252.38* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$\mathbf{N_{b,Rd}}$: *2020.55* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *197.80* cm²

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *252.38* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.90*

χ_z : *0.40*

Siendo:

ϕ_y : *0.71*

ϕ_z : *1.60*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.21*

α_z : *0.34*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.58*

$\bar{\lambda}_z$: *1.35*

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $\mathbf{N_{cr}}$: *2887.49* Kn

$\mathbf{N_{cr,y}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *15392.85* Kn

$\mathbf{N_{cr,z}}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *2887.49* Kn

$\mathbf{N_{cr,T}}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.090*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.00* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N®1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *73.39* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *815.70* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *3232.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.065*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.763 m del nudo N174, para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *18.11* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.763 m del nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *12.40* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *278.63* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *1104.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.051*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *51.74* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *1019.99* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : *70.00* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : *197.80* cm²

b: Ancho de la sección. — **B** : *300.00* mm

t_f: Espesor del ala. — T_f : *24.00* mm

t_w: Espesor del alma. — T_w : *13.50* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. — **R** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

22.07 < **65.92** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : *22.07*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: *65.92*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.94*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.23* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2189.76* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *150.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *197.80* cm²

d: Altura del alma. **D** : *352.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *13.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

51.74 Kn ≤ 509.99 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *51.74* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *1019.99* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

2.23 Kn ≤ 1094.88 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.23* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *2189.76* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.142*** ✓

η : ***0.118*** ✓

η : ***0.119*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *21.56* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{y,Ed}^-$: *61.50* Kn·m
$M_{z,Ed}^+$: *17.38* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *4992.10* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{pl,Rd,y}$: *815.70* Kn·m
$M_{pl,Rd,z}$: *278.63* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *197.80* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$W_{pl,y}$: *3232.00* cm³
$W_{pl,z}$: *1104.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.01*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. **$C_{m,y}$** : *1.00* **$C_{m,z}$** : *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. **χ_y** : *0.90* **χ_z** : *0.40*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. **$\bar{\lambda}_y$** : *0.58* **$\bar{\lambda}_z$** : *1.35*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. **α_y** : *0.60* **α_z** : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

51.74 Kn ≤ 509.84 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **$V_{Ed,z}$** : *51.74* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd,z}$** : *1019.69* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : *0.006* ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.13* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *21.92* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *150.43* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.051*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *51.74* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.02* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *1019.69* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *1019.99* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.11* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *150.43* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N174, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.23* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.13* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *2184.68* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *2189.76* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.84* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *150.43* cm³

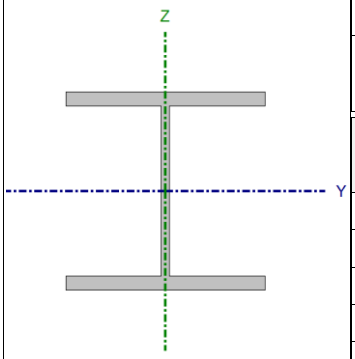
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Perfil: HE 200 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N188	N186	8.750	78.10	5696.00	2003.00	59.70

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	8.750	8.750	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N188/N186	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 7.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 1.1	η < 0.1	**CUMPLE η = 7.3**

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
- *$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez*
- *λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
- *N_t: Resistencia a tracción*
- *N_c: Resistencia a compresión*
- *M_Y: Resistencia a flexión eje Y*
- *M_Z: Resistencia a flexión eje Z*
- *V_Z: Resistencia a corte Z*
- *V_Y: Resistencia a corte Y*
- *M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- *M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- *NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados*
- *$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- *M_t: Resistencia a torsión*
- *M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- *M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.99*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *78.10* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *542.23* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *1541.96* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *542.23* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *5696.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *2003.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *59.70* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *171100.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* Mpa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : *8.750* m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : *8.750* m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	I_0 :	*9.93*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*8.54*	cm
	i_z :	*5.06*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	Y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

18.89 ≤ 163.60 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	H_w :	*170.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	T_w :	*9.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*15.30*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*30.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	K :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	F_{yf} :	*275.00*	Mpa

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.009*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1+0.75·N®1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: *19.42* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *2045.48* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *78.10* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.040*** ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.00* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N188, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *6.69* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *168.27* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *642.50* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.028*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N188, para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *1.90* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N188, para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *2.28* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *80.09* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *305.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.011*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N188, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.95* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *375.76* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *24.85* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *78.10* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *200.00* mm

t_f: Espesor del ala. **T_f** : *15.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *9.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *18.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

14.89 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *14.89*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η < ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.21* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *949.60* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *62.80* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *78.10* cm²

d: Altura del alma. **D** : *170.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *9.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

3.95 Kn ≤ 187.88 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.95* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *375.76* Kn

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

0.21 Kn ≤ 474.80 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.21* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *949.60* Kn

<u>Resistencia a flexión y axil combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.073*** ✓

η : **0.064** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N188, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. — $N_{t,Ed}$: *9.62* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}^{-}$: *6.69* Kn·m; $M_{z,Ed}^{-}$: *2.28* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. — $N_{pl,Rd}$: *2045.48* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *168.27* Kn·m; $M_{pl,Rd,z}$: *80.09* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — $M_{ef,Ed}$: *-6.06* Kn·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida. — $\sigma_{com,Ed}$: *9.43* Mpa

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y. — $W_{y,com}$: *642.50* cm³

A: Área de la sección bruta. — **A** : *78.10* cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo. — $M_{b,Rd,y}$: *168.27* Kn·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

3.95 Kn ≤ **187.82 Kn** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,z}$: *3.95* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,z}$: *375.63* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.002** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: *0.01* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *6.02* Kn·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *39.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.011*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N188, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N®1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *3.95* Kn

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$: *375.63* Kn

Donde:

$\mathbf{V_{pl,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{pl,Rd}}$: *375.76* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.13* Mpa

Siendo:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *39.80* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{F_{yd}}$: *261.90* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η < ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.21* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *948.69* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *949.60* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.36* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *39.80* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

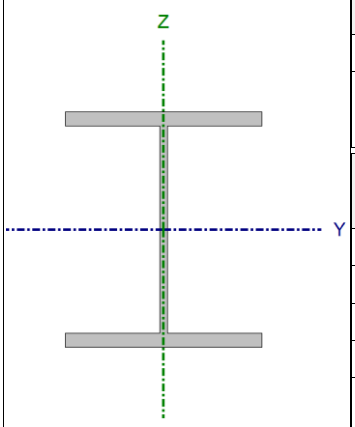
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

OFICINAS

PILARES

Perfil: HE 360 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N225	N211	2.500	180.60	43190.00	10140.00	298.34

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.500	2.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N225/N211	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 4.0	x: 0 m η = 5.1	η = 1.0	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.1	η < 0.1	η = 0.1	η = 1.0	η = 0.3	**CUMPLE η = 15.1**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.38*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *180.60* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : *33626.14* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *143226.12* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *33626.14* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y** : *43190.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z** : *10140.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t** : *298.34* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : *2883000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*2.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*2.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	I_0 :	*17.18*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*15.46*	cm
	i_z :	*7.49*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	Y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{25.20 \leq 181.57} \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.	H_w :	*315.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	T_w :	*12.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w :	*39.38*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	*67.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	F_{yf} :	*265.00*	Mpa

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.089*** ✓

η : ***0.097*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N225, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·QUSOOFC+0.9·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *403.63* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *4558.00* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *180.60* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *4144.50* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *180.60* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *1.00*

χ_z : *0.91*

Siendo:

ϕ_y : *0.51*

ϕ_z : *0.61*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.18*

$\bar{\lambda}_z$: *0.38*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *33626.14* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *143226.12* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *33626.14* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.040*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N225, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *18.99* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N225, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *26.85* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *677.14* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *2683.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.051*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N225, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *13.21* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N225, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(270°)H1+0.75·N®2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *9.76* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *260.46* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *1032.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.010*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *8.61* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *882.47* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *60.56* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *180.60* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *300.00* mm

t_f: Espesor del ala. **T_f** : *22.50* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *12.50* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *27.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

20.88 < **65.92** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *20.88*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *65.92*

ε: Factor de reducción. **ε** : *0.94*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **F_{ref}** : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.003*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.04* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2057.82* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *141.23* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *180.60* cm²

d: Altura del alma. **D** : *315.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *12.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

8.61 Kn ≤ 441.23 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *8.61* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *882.47* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

7.04 Kn ≤ 1028.91 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.04* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *2057.82* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.151*** ✓

η : ***0.131*** ✓

η : ***0.147*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N225, para la combinación de acciones
0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *327.89* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{y,Ed}^{+}$: *18.94* Kn·m
$M_{z,Ed}^{+}$: *13.18* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *4558.00* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{pl,Rd,y}$: *677.14* Kn·m
$M_{pl,Rd,z}$: *260.46* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *180.60* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $\mathbf{W_{pl,y}}$: *2683.00* cm³; $\mathbf{W_{pl,z}}$: *1032.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{F_{yd}}$: *252.38* Mpa

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — $\mathbf{f_y}$: *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$\mathbf{k_z}$: *1.01*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*; $\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : *1.00*; χ_z : *0.91*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: *0.18*; $\bar{\lambda}_z$: *0.38*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : *0.60*; α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

8.61 Kn ≤ 441.13 Kn ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *8.61* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *882.26* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·N(EI).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.02* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *19.32* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *132.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.010*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *8.61* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *882.26* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *882.47* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.09* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *132.60* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : **0.003** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *7.04* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *2057.52* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *2057.82* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.05* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *132.60* cm³

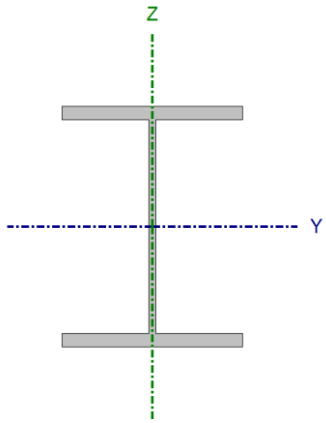
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Perfil: HE 400 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N161	N238	2.500	197.80	57680.00	10820.00	361.03

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.500	2.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N161/N238	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 4.5	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 0.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.6	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 0.5	**CUMPLE η = 15.6**

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
- $\bar{\lambda}$: *Limitación de esbeltez*
- λ_w: *Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*
- N_t: *Resistencia a tracción*
- N_c: *Resistencia a compresión*
- M_Y: *Resistencia a flexión eje Y*
- M_Z: *Resistencia a flexión eje Z*
- V_Z: *Resistencia a corte Z*
- V_Y: *Resistencia a corte Y*
- M_YV_Z: *Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*
- M_ZV_Y: *Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*
- NM_YM_Z: *Resistencia a flexión y axil combinados*
- $NM_YM_ZV_YV_Z$: *Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*
- M_t: *Resistencia a torsión*
- M_tV_Z: *Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*
- M_tV_Y: *Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*
- *x: Distancia al origen de la barra*
- *η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
- *N.P.: No procede*

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
- *(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.38*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *197.80* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : *265.00* Mpa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : *35881.14* Kn

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : *191277.67* Kn

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : *35881.14* Kn

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — **I_y** : *57680.00* cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — **I_z** : *10820.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — **I_t** : *361.03* cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — **I_w** : *3817000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *210000* Mpa

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : *81000* Mpa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	**L_{ky}** :	*2.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	**L_{kz}** :	*2.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	**L_{kt}** :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	**I_0** :	*18.61*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	**i_y** :	*17.08*	cm
	i_z :	*7.40*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	**Y_0** :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

26.07 ≤ 193.14 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*352.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*13.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*47.52*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*72.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*265.00*	Mpa

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

<u>Resistencia a compresión</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.091*** ✓

η : **0.097** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·QUSOOFC+0.9·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *454.09* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *4992.10* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *197.80* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *4657.98* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *197.80* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *1.00*

χ_z : *0.93*

Siendo:

ϕ_y : *0.51*

ϕ_z : *0.60*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.21*

α_z : *0.34*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.17*

$\bar{\lambda}_z$: *0.38*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *35881.14* Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *191277.67* Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *35881.14* Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.045** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *15.94* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *36.85* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *815.70* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *3232.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.047** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *13.02* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *7.39* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *278.63* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *1104.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 265.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : **0.018** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : 17.90 Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 1019.99 Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. — A_v : 70.00 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. — **A** : 197.80 cm²

b: Ancho de la sección. — **B** : 300.00 mm

t_f: Espesor del ala. — T_f : 24.00 mm

t_w: Espesor del alma. — T_w : 13.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. — **R** : 27.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : 252.38 Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 265.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

22.07 < **65.92** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : 22.07

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: 65.92

ε: Factor de reducción. — ε : 0.94

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *265.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.005*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *10.73* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *2189.76* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *150.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *197.80* cm²

d: Altura del alma. **D** : *352.00* mm

t_w: Espesor del alma. T_w : *13.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

17.90 Kn ≤ **509.99 Kn** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *17.90* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *1019.99* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

10.73 Kn ≤ 1094.88 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *10.73* Kn

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *2189.76* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.156*** ✓

η : ***0.147*** ✓

η : ***0.145*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *435.71* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{y,Ed}^-$: *36.85* Kn·m
$M_{z,Ed}^+$: *6.60* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. **$N_{pl,Rd}$** : *4992.10* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.
$M_{pl,Rd,y}$: *815.70* Kn·m
$M_{pl,Rd,z}$: *278.63* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *197.80* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$W_{pl,y}$: *3232.00* cm³
$W_{pl,z}$: *1104.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *265.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.02*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: *1.00*
$C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : *1.00*
χ_z : *0.93*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: *0.17*
$\bar{\lambda}_z$: *0.38*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

17.90 Kn ≤ 509.93 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *17.90* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *1019.86* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(270°)H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.01* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *21.92* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *150.43* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.018*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *17.90* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *1019.86* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{pl,Rd}$: *1019.99* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. — $\tau_{T,Ed}$: *0.04* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. — W_T : *150.43* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *252.38* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *265.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.005*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N161, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *10.73* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: *0.01* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *2189.42* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 2189.76 Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.06 Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 150.43 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : 252.38 Mpa

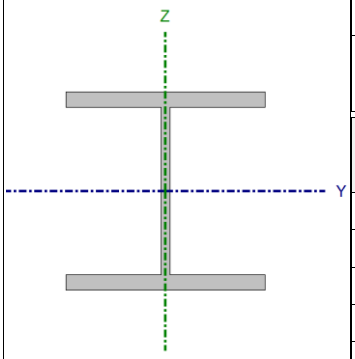
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

VIGAS

Perfil: HE 160 B
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N234	N219	2.500	54.30	2492.00	889.20	31.27

Notas:
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.500	2.500	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N234/N219	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 2.5 m η = 5.3	x: 2.5 m η = 8.0	x: 2.5 m η = 1.7	η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.5 m η = 11.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 2.5 m η = 1.7	η = 0.4	**CUMPLE η = 11.2**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.71*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	**Clase** :	*1*	
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	**A** :	*54.30*	cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	*275.00*	Mpa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} :	*2948.75*	Kn

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	*8263.94*	Kn
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	*2948.75*	Kn
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	∞	

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y :	*2492.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	*889.20*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	*31.27*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w :	*47940.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	Mpa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	*2.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	*2.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	I_0 :	*7.89*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	*6.77*	cm
	i_z :	*4.05*	cm
y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	Y_0 :	*0.00*	mm
	z_0 :	*0.00*	mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

16.75 ≤ 164.47 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**H_w** :	*134.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**T_w** :	*8.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*10.72*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$** :	*20.80*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**K** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000*	Mpa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**F_{yf}** :	*275.00*	Mpa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : *0.83* Kn

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *1422.14* Kn

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	**A** :	*54.30*	cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**F_{yd}** :	*261.90*	Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y** :	*275.00*	Mpa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M0}** :	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **$N_{c,Ed}$** : *1.87* Kn

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1422.14* Kn

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)
La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *1020.36* Kn

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *54.30* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.92*

χ_z : *0.72*

Siendo:

ϕ_y : *0.63*

ϕ_z : *0.88*

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : *0.34*

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 0.43

$\bar{\lambda}_z$: 0.71

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : 2948.75 Kn

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : 8263.94 Kn

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : 2948.75 Kn

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.053** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N219, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : 1.61 Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N219, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : 4.90 Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 92.71 Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 354.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : 261.90 Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.080** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N219, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+1.35·CMCUBOFC+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : *0.25* Kn·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N219, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : *3.55* Kn·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *44.52* Kn·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *170.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.017*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N219, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.47* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *266.74* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *17.64* cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : *54.30* cm²

b: Ancho de la sección. **B** : *160.00* mm

t_f: Espesor del ala. **T_f** : *13.00* mm

t_w: Espesor del alma. **T_w** : *8.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **R** : *15.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

13.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *13.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. F_{ref} : *235.00* Mpa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.41* Kn

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *658.98* Kn

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *43.58* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *54.30* cm²

d: Altura del alma. **D** : *134.00* mm

t_w: Espesor del alma. T_w : *8.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

3.06 Kn ≤ 133.37 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *3.06* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *266.74* Kn

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

2.41 Kn ≤ 329.49 Kn ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.41* Kn

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *658.98* Kn

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.112*** ✓

η : ***0.081*** ✓

η : ***0.099*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N219, para la combinación de acciones
1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — $N_{c,Ed}$: *0.91* Kn

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{y,Ed}$: *3.09* Kn·m; $M_{z,Ed}$: *3.50* Kn·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. — **Clase** : *1*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. — $N_{pl,Rd}$: *1422.14* Kn

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. — $M_{pl,Rd,y}$: *92.71* Kn·m; $M_{pl,Rd,z}$: *44.52* Kn·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. — **A** : *54.30* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — $W_{pl,y}$: *354.00* cm³; $W_{pl,z}$: *170.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *275.00* Mpa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : *1.00*

k_z : *1.00*

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente. — $C_{m,y}$: *1.00*; $C_{m,z}$: *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. — χ_y : *0.92*; χ_z : *0.72*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. — $\bar{\lambda}_y$: *0.43*; $\bar{\lambda}_z$: *0.71*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección. — α_y : *0.60*; α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

3.06 Kn ≤ 133.33 Kn ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $V_{Ed,z}$: *3.06* Kn

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{c,Rd,z}$: *266.66* Kn

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* Kn·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *3.64* Kn·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.05* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

<u>Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : **0.017** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N219, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CMFORJOFC+0.8·CMCERR.OFC+0.8·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.47* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *266.66* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *266.74* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *0.10* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *24.05* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **F_{yd}** : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CMFORJOFC+1.35·CMCERR.OFC+1.35·CMSOLOFC+0.8·CMCUBOFC+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *2.41* Kn

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.00* Kn·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *658.88* Kn

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *658.98* Kn

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *0.06* Mpa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *24.05* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. F_{yd} : *261.90* Mpa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *275.00* Mpa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

ANEXO 3

Comprobación de los elementos de la cimentación

A continuación se va a desarrollar el cálculo y comprobaciones realizadas para los distintos elementos de la estructura de cimentación. Se ha optado por mostrar un ejemplo de cálculo por cada elemento estructural: Zapata y Viga de Atado.

ZAPATA

Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

VIGA DE ATADO

Referencia: C.1 [(N41 - N302)-N36] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

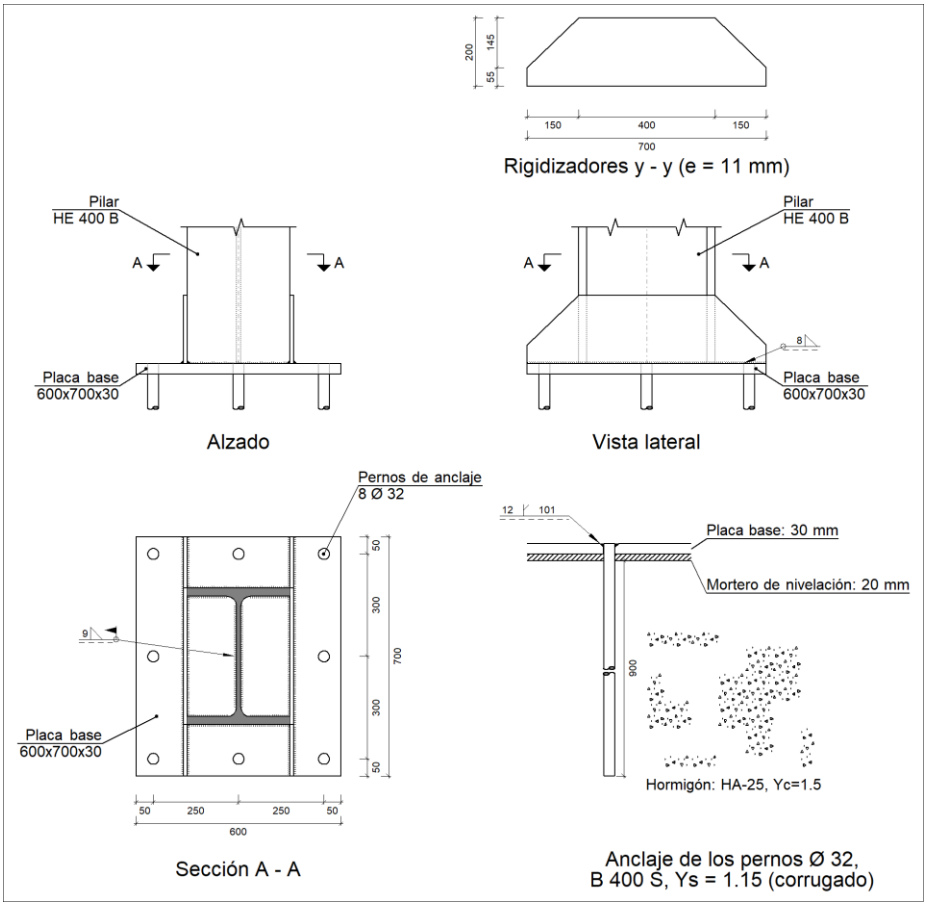
ANEXO 4

Comprobación de las uniones

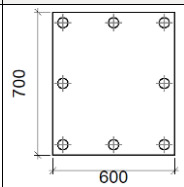
A continuación se va a desarrollar el cálculo y comprobaciones realizadas para las distintas uniones que se han ejecutado para resolver la estructura. Se ha optado por mostrar un ejemplo de cálculo por cada unión: Unión Viga-Zapata, Unión de Perfiles IPE HEB con rigidizadores y refuerzos, y por último, Unión de perfiles HSS en la celosía del P. Intemedio.

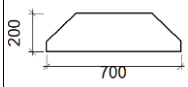
UNIÓN VIGA-ZAPATA

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		600	700	30	8	56	34	12	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		700	200	11	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1661	13.5	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 251 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 39.4	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 37 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 246.17 kN Calculado: 216.27 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 172.32 kN Calculado: 13.32 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 246.17 kN Calculado: 235.3 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 211.06 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 264.208 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 502.86 kN Calculado: 12.49 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 158.64 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 158.364 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 242.32 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 247.598 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 785.42	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 785.42	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5076.02	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4974.46	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 225.897 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	700	11.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	700	11.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	12	101	30.0	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	209.9	363.6	94.23	0.0	0.00	410.0	0.85

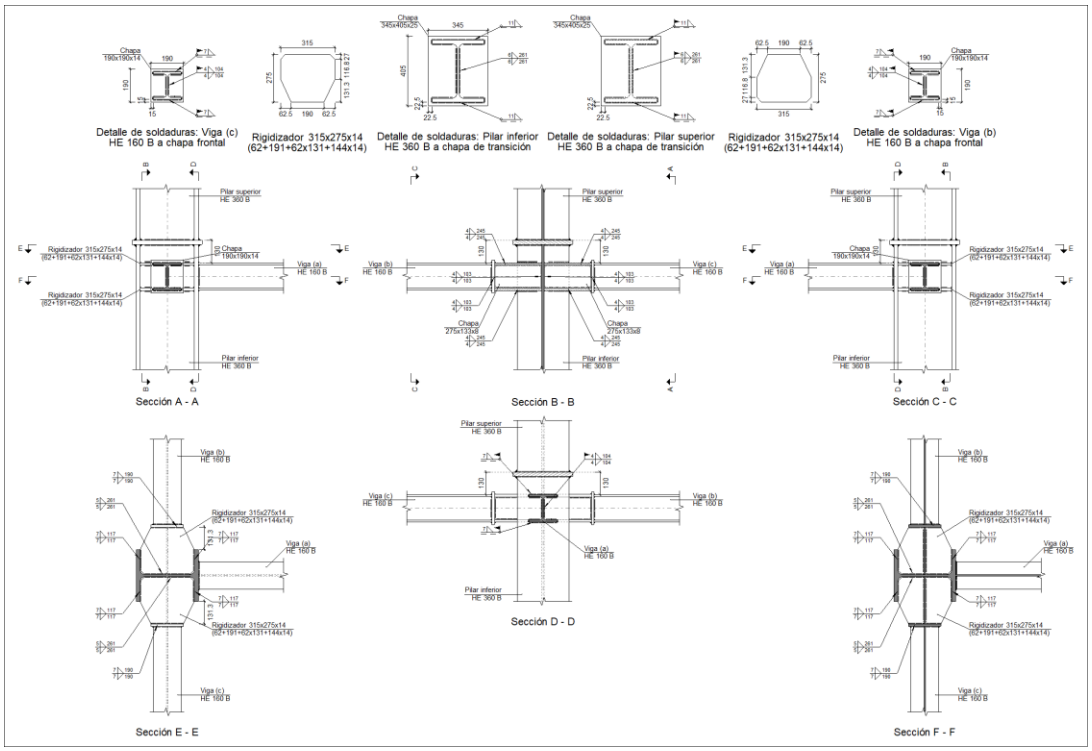
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	2704
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	12	804
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	1661

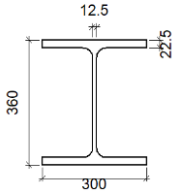
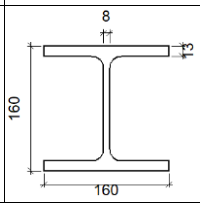
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x700x30	98.91
	Rigidizadores pasantes	2	700/400x200/55x11	20.42
			Total	119.33
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 32 - L = 982	49.60
			Total	49.60

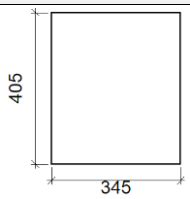
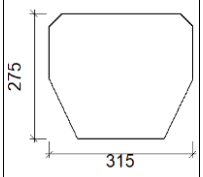
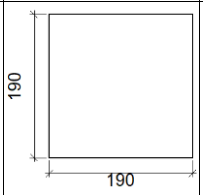
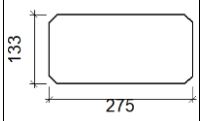
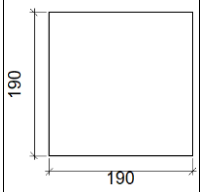
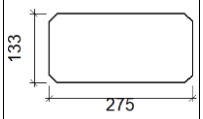
UNIÓN DE PERFILES IPE HEB CON RIGIDIZADORES Y REFUERZOS

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa de transición		345	405	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		315	275	14	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) HE 160 B		190	190	14	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) HE 160 B		275	133	8	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HE 160 B		190	190	14	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) HE 160 B		275	133	8	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa de transición

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Pilar superior HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	261	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9.6	9.6	0.4	19.3	5.00	9.6	2.94	410.0	0.85
Soldadura del alma	21.1	21.1	10.4	45.9	11.89	21.1	6.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	27.5	27.5	0.5	54.9	14.23	27.5	8.37	410.0	0.85

3) Pilar inferior HE 360 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94
	Cortante	kN	464.75	612.40	75.89
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	162.27	261.90	61.96
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	162.94	261.90	62.21
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm²	167.48	261.90	63.95
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm²	158.40	261.90	60.48
Chapa frontal [Viga (c) HE 160 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) HE 160 B]	Cortante	kN	3.14	124.60	2.52
Chapa frontal [Viga (b) HE 160 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HE 160 B]	Cortante	kN	4.56	124.60	3.66
Ala	Desgarro	N/mm²	35.04	261.90	13.38
	Cortante	N/mm²	32.13	261.90	12.27

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	261	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	117	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	7	190	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	117	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	7	190	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	117	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	7	190	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	117	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	7	190	14.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	103	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	103	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	245	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	245	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	103	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	103	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	245	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	245	8.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9.6	9.6	0.4	19.3	5.00	9.6	2.94	410.0	0.85
Soldadura del alma	21.1	21.1	10.4	45.9	11.89	21.1	6.43	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	27.5	27.5	0.5	54.9	14.23	27.5	8.37	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.7	114.7	2.1	229.5	59.46	114.7	34.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	60.2	104.3	27.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	7.6	7.6	0.0	15.3	3.96	7.7	2.33	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	115.1	115.1	3.3	230.4	59.70	115.2	35.11	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	60.5	104.8	27.16	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	10.1	10.1	0.0	20.2	5.24	10.1	3.08	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	118.0	118.0	7.8	236.5	61.28	118.0	35.99	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	61.8	107.1	27.75	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	11.8	11.8	0.1	23.6	6.12	11.8	3.60	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	111.8	111.8	5.4	223.8	58.01	111.8	34.09	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	58.9	102.0	26.44	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	10.0	10.0	0.1	20.1	5.21	10.0	3.06	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	3.8	6.6	1.72	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	3.8	6.6	1.72	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	3.5	6.0	1.57	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	3.5	6.0	1.57	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	5.5	9.6	2.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	5.5	9.6	2.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	5.1	8.8	2.27	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	5.1	8.8	2.27	0.0	0.00	410.0	0.85

4) Viga (a) HE 160 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	176.8	176.8	0.1	353.7	91.65	176.8	53.91	410.0	0.85
Soldadura del alma	108.7	108.7	110.7	289.9	75.13	108.7	33.15	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	173.4	173.4	0.1	346.8	89.88	173.4	52.87	410.0	0.85

5) Viga (c) HE 160 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	10.7	10.7	0.0	21.4	5.53	10.7	3.25	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	3.8	6.6	1.70	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	13.4	13.4	0.0	26.9	6.96	13.4	4.09	410.0	0.85

6) Viga (b) HE 160 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.2	18.2	0.2	36.4	9.44	18.2	5.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	5.5	9.5	2.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	16.2	16.2	0.1	32.4	8.40	16.2	4.94	410.0	0.85

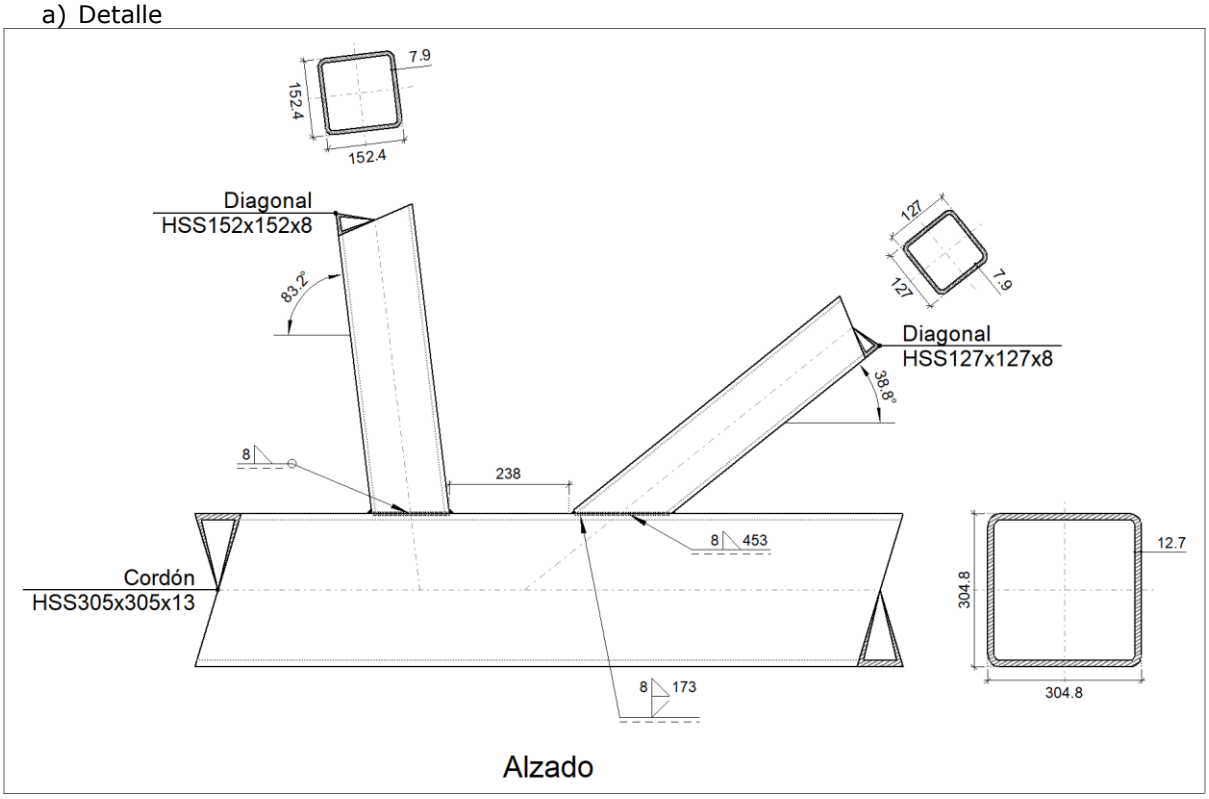
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	4	2784
			5	2088
			6	522
			7	3388
			11	1157
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	624
			6	522
			7	1848
			11	1157

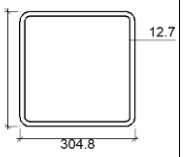
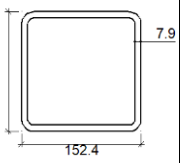
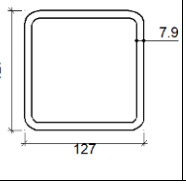
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	315x275x14 (62+191+62x131+144x14)	34.47
	Chapas	2	275x133x8	4.59
		2	190x190x14	7.93
		1	345x405x25	27.42
			Total	74.42

UNIÓN DE PERFILES HSS EN LA CELOSÍA DE P. INTERMEDIO

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Cordón	HSS305x305x13		304.8	304.8	12.7	12.7	S275	275.0	410.0
Diagonal	HSS152x152x8		152.4	152.4	8	8	S275	275.0	410.0
Diagonal	HSS127x127x8		127	127	8	8	S275	275.0	410.0

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

c) Comprobación

1) Cordón HSS305x305x13

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($Cmáx_o/t_o$)	--	20.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	12.7	2.5	25.0
h_o/b_o	--	1.00	0.50	2.00
b_o/t_o	--	24.00	--	35.00
h_o/t_o	--	24.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción axil y cortante	--	--	--	16.64

2) Diagonal HSS152x152x8

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Espesor	mm	8.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	58.08	30.00	--
Espaciamiento	mm	238.0	15.9	--
b_i/b_o	--	0.50	0.35	1.00
h_i/b_i	--	1.00	0.50	2.00
b_i/t_i	--	19.17	--	35.00
h_i/t_i	--	19.17	--	35.00
g/b_o	--	0.78	0.27	--

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	38.717	631.258	6.13
Punzonamiento por esfuerzo cortante	kN	38.717	1061.911	3.65
Interacción axil y momentos	--	--	--	16.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)
Soldadura en ángulo	En ángulo	8	584
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva*			

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

3) Diagonal HSS127x127x8

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($Cmáx_i/t_i$)	--	11.97	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	8.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	38.76	30.00	--
Espaciamiento	mm	238.0	15.9	--
b_i/b_o	--	0.42	0.35	1.00
h_i/b_i	--	1.00	0.50	2.00
b_i/t_i	--	15.97	--	35.00
h_i/t_i	--	15.97	--	35.00
g/b_o	--	0.78	0.27	--

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	90.484	859.077	10.53
Punzonamiento por esfuerzo cortante	kN	90.484	1886.193	4.80
Interacción axil y momentos	--	--	--	11.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	A tope en bisel simple y en ángulo	8	8	173
Soldadura en ángulo	En ángulo	8	--	453

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo	La combinación de soldadura en bisel y soldadura en ángulo genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	1037
		Combinada a tope en bisel simple y en ángulo	8	173

ANEXO 5

Estudio Básico de Seguridad y Salud

1. Objeto del Estudio

Cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, el objetivo del presente Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S) es que sea una base tanto para las empresas contratistas como cualesquiera que participen en la ejecución de cualquier parte de la obra del Proyecto y que estos trabajos se realicen de la forma que garantice la vida, integridad física y mantenimiento de la salud de todo trabajador.

2. Identificación de la obra

2.1 Tipología

El Proyecto que va a estar referenciando el Estudio de Seguridad y Salud consiste en la creación de una nave industrial para albergar en ella el proceso productivo de la elaboración de vinos.

2.2 Emplazamiento

La parcela en la que se va a ubicar el proyecto es la parcela número 9000, perteneciente al polígono 16, está compuesta por tres recintos diferentes sumando ambos un área de 1,739 ha y está ubicada en las siguientes coordenadas: X:537731/ Y:4693975/ DATUM: WGS84/ HUSO:30.

2.3 Acceso y Comunicación

Se reflejan en los documentos Memoria y Planos.

2.4 Sistemas de servicios

Ninguno de los sistemas de servicios ni redes de estos es afectados por la obra.

3. Estudio de Seguridad y Salud

3.1 Autor del Estudio de Seguridad y Salud

El Autor del Estudio de Seguridad y Salud es Aarón Rodríguez Martínez.

3.2 Plazo estimado de ejecución

El plazo de ejecución estimado es de 18 meses.

3.3 Presupuesto total de ejecución de obra

El total del Presupuesto para la ejecución del Proyecto e diseño de una nave industrial para realizar el proceso productivo de elaboración de vinos en el municipio de Entrena (La Rioja), es de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRES MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS CINCO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS.

4. Identificación de riesgos durante la fase de Obra

La ejecución de los trabajos para realizar todo lo referente al Proyecto presenta los siguientes riesgos:

4.1 Maquinaria

- Camión-Grúa
  - Aplastamientos
  - Atrapamientos
  - Caída de objetos y/o herramientas
  - Atropellos y/o colisiones
  - Caídas de personas a distinto nivel
  - Cuerpos extraños en ojos
  - Golpe por rotura de sistema hidráulico
  - Vuelco de máquinas y/o camiones
  - Caídas por suelo resbaladizo por pérdidas del sistema hidráulico
  - Sobresfuerzos
  - Golpes y/o cortes con objetos y/o herramientas
  - Proyección de objetos y/o fragmentos
  - Contactos eléctricos directos
  - Desprendimientos
  - Ruido.

- Caretillas Elevadoras
  - Golpe por rotura de cable.
  - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
  - Vibraciones.
  - Sobreesfuerzos.
  - Aplastamientos
  - Atrapamientos.
  - Atropellos y/o colisiones.
  - Ruido.
  - Vuelco de máquinas y/o camiones.
  - Proyecciones de objetos y/o fragmentos
  - Caída de objetos y/o de máquinas.
  - Caídas de personas al mismo nivel.
  - Cuerpos extraños en ojos.

4.2 Herramientas

- Herramientas de mano
  - Caída de objetos
  - Golpes y/o cortes con objetos

4.3 Materiales

- Anclajes de cable

    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Sobreesfuerzos
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Caídas de personas al mismo nivel

- Cables tensores
    - Golpe por rotura de cable
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Sobreesfuerzos
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Caídas de personas a distinto nivel
    - Caídas de personas al mismo nivel

- Cuñas y calzos
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Sobreesfuerzos

- Flejes metálicos
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Caída de objetos y/o de máquinas

- Guías
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Pisada sobre objetos punzantes
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Sobreesfuerzos

- Hormigón armado
    - Proyecciones de objetos y/o fragmentos
    - Cuerpos extraños en ojos
    - Afecciones en la piel por dermatitis de contacto

- Panales y moldes
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Aplastamientos
    - Atrapamientos
    - Sobreesfuerzos

- Pilotes de hormigón confección “insitu”
    - Cuerpos extraños en ojos
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
    - Aplastamientos
    - Atrapamientos
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Pisada sobre objetos punzantes

    - Sobreesfuerzos

- Placas de distintos materiales
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Inhalación de sustancias tóxicas
    - Sobreesfuerzos
    - Ambiente pulvígeno
    - Atrapamientos
    - Caída de objetos y/o de máquinas

4.4 Medios de transporte

- Plataformas elevadoras automotoras
    - Caídas de personas a distinto nivel
    - Contactos eléctricos directos
    - Contactos eléctricos indirectos
    - Derrumbamientos
    - Desprendimientos
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Sobreesfuerzos
    - Proyecciones de objetos y/o fragmentos
    - Aplastamientos
    - Atrapamientos
    - Atropellos y/o colisiones
    - Caída de objetos y/o de máquinas

- Eslingas, cuerdas de izado
    - Atrapamientos
    - Caídas de personas al mismo nivel
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Quemaduras físicas y químicas

4.5 Tipos de energía

- Electricidad
    - Incendios
    - Contactos eléctricos directos
    - Contactos eléctricos indirectos
    - Exposición a fuentes luminosas peligrosas
    - Quemaduras físicas y químicas
- Motores de explosión
    - Explosiones
    - Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Incendios
    - Caída de objetos y/o de máquinas
    - Cuerpos extraños en ojos
    - Inhalación de sustancias tóxicas
    - Sobreesfuerzos
    - Quemaduras físicas y químicas

    - Atmósferas tóxicas, irritantes
- Combustibles líquidos
    - Derrumbamientos
    - Explosiones
    - Incendios
    - Inhalación de sustancias tóxicas
    - Atmósferas tóxicas, irritantes
    - Deflagraciones

5. Medidas de prevención de riesgos

5.1 Protecciones Colectivas

- Señalización
    - Señales de advertencia
    - Señales de prohibición
    - Señales de obligación
    - Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios
    - Señales de socorro
    - Cinta de señalización
    - Cinta de delimitación de zona de trabajo

- Iluminación
    - Baja exigencia visual: 100 lux
    - Exigencia visual moderada: 200 lux
    - Exigencia visual alta: 500 lux
    - Exigencia visual muy alta: 1000 lux
    - Áreas o locales de uso ocasional: 25 lux
    - Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
    - Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux
    - Vías de circulación de uso habitual: 50 lux

- Señales óptico-acústicas de vehículos de obra
    - Bocina o claxon
    - Señales sonoras o luminosas para indicar la maniobra de marcha atrás
    - Dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar
    - En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar su presencia en circulación viaria
    - Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
    - Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización.

5.2 Equipos de protección individual (EPIS)

- Afecciones en la piel
    - Guantes de protección frente a abrasión
    - Guantes de protección frente a agentes químicos

- Ambiente pulvígeno
    - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
    - Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico
    - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Aplastamiento
    - Calzado con protección contra golpes mecánicos
    - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Atrapamiento
    - Calzado con protección contra golpes mecánicos
    - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
    - Guantes de protección frente a abrasión

- Atropellos y/o colisiones
    - Chaleco o prendas reflectantes para aumentar la capacidad de visualización

- Caída de objetos y/p de máquinas
    - Calzado con protección contra golpes mecánicos
    - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos
    - Bolsa portaherramientas

- Caídas de personas a distinto nivel
    - Cinturón de seguridad antiácidas

- Cuerpos extraños en ojos
    - Gafas de seguridad contra proyección de líquidos
    - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
    - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Exposiciones a fuentes luminosas peligrosas
    - Mandil de cuero
    - Manguitos
    - Polainas de soldador cubre-calzado
    - Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)
    - Gafas de oxicorte
    - Gafas de seguridad contra arco eléctrico
    - Gafas de seguridad contra radiaciones
    - Pantalla facial para soldadura eléctrica con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico.
    - Pantalla para soldador de oxicorte
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
    - Chaleco reflectante
    - Guantes de protección frente a abrasión

    - Bolsa portaherramientas
    - Calzado con protección contra golpes mecánicos
    - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Incendios
    - Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Inhalación de sustancias tóxicas
    - Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado
    - Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

- Quemaduras físicas y químicas
    - Guantes de protección frente a abrasión
    - Guantes de protección frente a agentes químicos
    - Guantes de protección frente a calor
    - Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Pisado sobre objetos punzantes
    - Bolsa portaherramientas
    - Calzado con protección con suela antiperforante.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos
    - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
    - Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco
    - Calzado con protección contra golpes mecánicos
    - Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Sobreesfuerzo
    - Cinturón de protección lumbar

- Ruido
    - Protecciones auditivas

- Vibraciones
    - Cinturón de protección lumbar

ANEXO 6

1. Plan Urbanístico

El plan urbanístico para la ejecución del proyecto se ve regido por la ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja, atendiendo al ámbito de aplicación en el término municipal de Entrena, siguiendo la Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja (NUR).

1.1 Normas Urbanística Regional

Capítulo 1- Artículo 7

“En los municipios que cuenten con planteamiento municipal aprobado tendrá la consideración de suelo urbano el que aparezca delimitado como tal en dichos instrumentos, así como el que llegue a tener ducho carácter en ejecución de los Planes Generales o las Normas Subsidiarias de ámbito municipal”.

Atendiendo a este artículo el proyecto se regirá por Plan General Municipal de Entrena realizado en octubre de 2011 y adaptado a la ley 5/2006 de 2 de mayo.

1.2 Plan General Municipal de Entrena

Capítulo 2- Apartado 2

Atendiendo a la ordenación del suelo de este municipio, siguiendo las indicaciones de la Sede del Catastro de España, la parcela pertenece a suelo urbanizable.

Dentro del suelo urbanizable, este se delimita en cuatro sectores SUD-1: Cementerio, SUD-2: Depósito, SUD-3: Parque y SUD-4: Industrial, la parcela en la que se va a ejecutar el proyecto atiende a la última categoría, SUD-4: Industrial.

Capítulo 3 – Apartado 2

Atendiendo a las necesidades del proyecto y siguiendo las instrucciones del Plan General Municipal, se tendrán que cumplir una serie de requisitos. En primer lugar el proyecto debe estar redactado por un técnico competente y visado correspondientemente por el Colegio Profesional. Este proyecto atiende las necesidades de Proyecto Básico, siendo necesario los siguientes documentos:

- Memoria:
    - Introducción en la que se detalle el emplazamiento y descripción de la parcela, altura de los edificios colindantes, servicios urbanos existentes y servicios urbanos existentes.
    - Planeamiento Urbanístico que afecta al Proyecto.
    - Descripción del Proyecto completo en planta, alzado, superficie total construida y útil, volumen total construido, así como los sistemas generales previstos para las instalaciones.
    - Cumplimiento de las siguientes Normas: Código Técnico de la Edificación, Decreto 19/2000, sobre accesibilidad, Decreto 51/2002, de 4 de octubre por el que se regulan las condiciones mínimas de Habitabilidad.
    - Expresión del presupuesto de la obra por m^2 construido.

- Pliego de Condiciones adecuándose al Proyecto, deberá incluir el Anexo con características y especificaciones del hormigón según la Norma EHE.
- Mediciones
- Presupuesto: atendiendo a todas las partidas del Proyecto.
- Planos: Se incluirán todos los planos necesarios para poder ejecutar el Proyecto de edificación y todas las instalaciones de la nave.

Capítulo 3 – Apartado 6

En este apartado se define las normas de edificación que deben seguir las nuevas edificaciones en el municipio atendiendo al uso de la construcción, según lo descrito en apartados anteriores, esta edificación pertenece al uso 3. Construcciones y Edificaciones Industriales, más concretamente al subapartado 3.2 Instalaciones industriales ligadas a recursos agrarios.

Se deberá atender a las condiciones particulares de construcción para este tipo de uso, estas condiciones particulares son las siguientes:

- La parcela mínima edificable ha de ser de 500 m^2.
- El coeficiente máximo de edificabilidad ha de ser de 0,8 m^2 por m^2.
- La ocupación máxima de la parcela ha de ser del 80% de su extensión.
- El número máximo de plantas ha de ser de 2 plantas, planta baja más un nivel.
- La altura reguladora máxima ha de ser de 8,00 metros, pudiéndose sobrepasar esta altura en elementos puntuales por necesidades del proceso tecnológico.
- La separación entre linderos ha de ser de 3,00 metros.
- El retranqueo a caminos y vías no protegidos ha de ser de 3,00 metros.
- Las edificaciones se separará un mínimo de 50 metros de cualquier otra edificación de carácter residencial o dotacional.

Como observaciones de la norma se indica que se plantará con césped y arboles al menos el 50% de la superficie ocupada por los retranqueos, siendo la separación máxima entre árboles de 6 metros. Los patios de carga, descarga y almacenaje, se cerrarán con masa vegetal tipo seto. Por último las fachadas se adaptarán a las nuevas alineaciones.

Una vez estén definidas todas las normas, se procede a detallar el diseño y calidad de proyectos de urbanización.

Capítulo 3 – Apartado 3

En este apartado se detallan las características y normas para la pavimentación, los proyectos de urbanización se deben ajustar en su trazo a las restricciones incluidas en el Proyecto, en la parte de calzada y aceras.

“Se dimensionarán en cada caso a partir de ensayo realizado por laboratorio homologado, y siguiendo en lo posible las instrucciones dictadas por el Ministerio de Fomento en el Manual “RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO Y DISEÑO DEL VIARIO URBANO””.

No obstante se aconseja no utilizar aceras de tamaño inferior o igual a 8 metros. Los pavimentos serán duros, antideslizantes y sin resaltes distintos. Las rejas y registros situados en

el viario estarán enrasados con el pavimento anexo y la separación entre perfiles no podrá superar los 2 centímetros.

Los alcorques, registros de instalaciones y cualquier otro accidente propio de las instalaciones o del ajardinamiento urbano, deberán llevar rejilla u otros elementos perfectamente alineados que impidan la caída de las personas.

Para la capa de asfalto la composición del pavimento será idéntica con espesor de 4 centímetros en las capas de rodadura e intermedia, y de 20 y 15 centímetros para base y subbase.

Está obligado el cumplimiento el resto de las disposiciones indicadas al efecto en el Decreto 38/1988 de 16 de septiembre de la Consejería de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente sobre eliminación de barreras arquitectónicas. “PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ENTRENA. Adaptación a la Ley 5/2006. APROBACIÓN INICIAL DILIGENCIA: 46”

En cuanto al sistema de red de agua de boca, el tendido de nuevas redes se realizará en tubería de funditubo, sobre cama de arena y con relleno de zanjas mediante zahorras compactadas en tongadas de 20 centímetros. Las redes nuevas se conectarán formando anillo con la red existente, preferentemente bajo las aceras, en doble conducción a cada lado de la calle y siempre por encima de la red de fecales cuando compartan la misma zanja. En todo caso será preciso respetar las distancias determinen las compañías eléctricas y de telefonía respecto a sus redes.

La dotación mínima de agua potable en zonas residenciales será de 200 l/habitante y día considerándose una ocupación de 3,5 habitantes por vivienda. La presión mínima en el punto más desfavorable será de 1 atmósfera. Siempre que sea preciso utilizar un sistema de bombeo se preverá la construcción de un depósito acumulador cuya capacidad debe ser igual al consumo de un día, colocándose al menos dos bombas. La red dispondrá de válvulas de cierre registrables suficientes, para permitir su aislamiento en polígonos, situando siempre una válvula, en cada punto de toma de la red general. Se colocarán llaves de paso registrables, en la vía pública en cada acometida domiciliaria. Se colocarán bocas de riego a distancias no superiores a 40 metros. Se exigirá en cualquier punto una presión mínima de prueba en fábrica de 10 Atmósferas para tubos, valvulería y piezas especiales.

Para las instalaciones de las redes de evacuación, en las nuevas urbanizaciones se utilizará un sistema separativo, evitando mezclar las aguas fecales, que se conducirán al colector general, con las pluviales que podrán verterse a cualquier acequia o cauce natural. Las tuberías que se utilizarán serán de PVC, asentadas sobre hormigón que se extenderá hasta la mitad del tubo, a partir de este punto se realizará un relleno mediante zahorras compactadas cada 20 centímetros. Se colocarán pozos a lo largo de la red y a distancias iguales o menores a 50 metros.

Se dispondrán sumideros cada 25 metros y en los cruces de calles. Las juntas entre tuberías deberán ser estancas, utilizándose de junta de goma como conexión. La conexión a la red de las acometidas domiciliarias se realizará en pozos de registro, y en todo caso donde se determine por el Ayuntamiento. Cuando el efluente no vierta directamente al colector municipal deberá preverse el correspondiente sistema de depuración. Se prohíbe el uso de pozos negros.

En cuanto a la red de alumbrado público se utilizarán preferentemente lámparas de sodio de alta presión. En lugares donde el entorno lo requiera podrán utilizarse lámparas de vapor de

mercurio color corregido. Se recurrirá a elementos sencillos. “PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ENTRENA. Adaptación a la Ley 5/2006. APROBACIÓN INICIAL DILIGENCIA: 47”.

El tendido, en las nuevas urbanizaciones y en las renovaciones del existente, será enterrado, prohibiéndose expresamente el tendido aéreo. El nivel de iluminación medio de las vías será al menos de 15 lux. Este podrá reducirse hasta un mínimo de 6 lux. en zonas verdes y espacio libres.

Para la instalación de la red eléctrica, los nuevos tendidos y la renovación de los existentes se realizarán en todo caso enterrados, prohibiéndose expresamente los tendidos aéreos. El tendido de la red, en lo referente a tamaño de zanjas, número y dimensiones de tubos, y distancias a otras redes se realizará siguiendo las prescripciones de la empresa suministradora. Excepción hecha de las zonas industriales se prohíbe la colocación de Centros de Transformación en caseta exenta al exterior, así como los transformadores aéreos ubicados en postes.

Para la instalación de las nuevas redes telefónicas, así como la renovación de las existentes se realizarán enterradas, prohibiéndose expresamente los tendidos aéreos. La instalación de las redes telefónicas se realizará según las instrucciones de la empresa suministradora.

Por último, en el caso de que se tengan que crear otras instalaciones no descritas anteriormente en todo caso se procederá a enterrar cualquier otra infraestructura que pudiera ejecutarse. En general se prohíbe la instalación de cualquier tipo de infraestructura de forma aérea.

ANEXO 7

1. Gestión de residuos

En el presente Estudio de Gestión de Residuos se ejecuta un análisis de los diferentes materiales que se van a emplear en la ejecución de los trabajos. El objetivo principal de este Estudio es eliminar o reducir la generación de residuos hasta niveles admisibles o los efectos negativos que producen estos, indicando los procedimientos más adecuados para su eliminación en función de su origen y naturaleza. No obstante, la reducción de los residuos optimizando el consumo de las materias primas es un objetivo principal y que hay que cumplir.

1.1 Identificación de los residuos a generar

El Proyecto de construcción de una nave industrial para la producción de vino (Entrena), los residuos que se generen son los previsibles para una obra de este ámbito, englobando todo en pequeños escombros, resto de mortero, material de embalaje y retales de acero estructural. Este tipo de escombros se va a clasificar a continuación según la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002.

17. Residuos de la construcción y demolición:

17.01.01 Hormigón

17.04.05 Hierro y acero

15. Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría

15.01.01 Envases de papel y cartón.

15.01.02 Envases de plástico.

1.2 Estimación de la cantidad de residuos a generar

17.01.01 Hormigón

Cantidad estimada: 10 m^3

17.04.05 Hierro y acero

Cantidad estimada: 3 Toneladas

15.01.01 Envases de papel y cartón

Cantidad estimada: 5 m^3

15.01.02 Envases de plástico

Cantidad estimada: 10 m^3

1.3 Prevención de residuos en la obra

En todo momento se tomarán las medidas genéricas para reducir la emisión de residuos, cuando se den las circunstancias, será obligatorio hacer un inventario de la posibilidad de generar residuos peligrosos, siendo retirados y excluidos de la obra y gestionadas a través de un gestor especializado en estos residuos.

El Constructor de la obra será el encargado de organizar y planificar esta con el objetivo de generar menor cantidad de residuos durante todas las fases que envuelve el periodo de ejecución de obra.

Las medidas genéricas se detallan a continuación:

1.3.1 Adquisición de materiales y maquinaria

En todo momento la adquisición de materiales y maquinaria debe estar sujetas a las mediciones reales en obra, evitando así la generación de residuos debido a excedentes a final de obra.

La adquisición de materiales reciclables por parte de las empresas será primado frente a la adquisición de materiales de difícil reciclado.

En todo momento será obligatorio la realización de un plan en el que se desarrolle un registro de la entrada de materiales que recoja: cantidad, fecha de llegada, forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y gestión de residuos.

En cuanto a los envases y embalados será prioridad que la compra se haga por lotajes completos, evitando así duplicidad de embalajes, en el caso de que el embalaje sea reutilizable se deberá reutilizar devolviéndolo al proveedor, como pueden ser lo pallets.

La mala gestión de los residuos será penalizable.

1.3.2 Realización de los trabajos

Será favorable la realización de los productos en el taller en vez de en obra, porque estos últimos suelen generar más residuos.

Será de obligado cumplimiento la utilización de los medios auxiliares hasta el final de su vida útil, facilitando la utilización de estos en distintos trabajos u obras.

Será obligatorio que todo personal que acceda a la obra para desarrollar cualquier tipo de trabajo tenga los conocimientos necesarios para la correcta gestión de los residuos.

Es muy importante el correcto cálculo de la cantidad de material necesario para cada trabajo en la obra, así como ajustar el pedido del material y secuencia de ejecución de los trabajos para evitar almacenajes innecesarios.

1.3.3 Almacenamiento de material (Obra)

El almacenaje debe realizarse en un lugar seguro para cada tipo material, siempre estando este protegido de la lluvia y humedad.

En todo momento se debe evitar la mezcla de diferentes materiales de almacenaje, que estos no produzcan ningún tipo de derrame.

Deberá de haber un responsable del lugar de acopio de materiales, que vigile y controle la caducidad de estos para así evitar que materiales en perfecto estado se conviertan en residuo

por su caducidad. Aparte deberá de controlar todas las maniobras de carga y descarga que se realicen, para así evitar incidentes que puedan dañar materiales en buen estado y que se conviertan en residuos.

1.4 Separación de residuos en obra

En el caso de que los residuos generados en obra de construcción y que superen ciertas cantidades que se recogen en el artículo 5.5 del RD 105/2008, deberán ser separadas. Las cantidades son:

- Hormigón: 80 toneladas.
- Ladrillo, tejas, cerámicos: 40 toneladas.
- Metales: 2 toneladas.
- Madera: 1 tonelada.
- Papel y cartón: 0,5 toneladas.
- Plásticos: 0,5 toneladas.
- Vidrio: 1 tonelada.

Los residuos deberán ser almacenados en un lugar específico para estos, debe de estar correctamente señalizado. Estos residuos serán llevados a la zona de almacenaje conforme se generen en la obra.

Todo material que llegue a obra deberá de indicar el nombre del residuo, nombre del poseedor, indicador de peligrosidad en caso de que sea necesario y código LER.

Los contenedores para los diferentes tipos de residuos deberán de estar correctamente identificados, estos no deberán de superar sus capacidades, siendo reemplazados por unos contenedores vacíos cuando sea necesario.

Se debe asegurar el correcto funcionamiento de estos contendores y evitar posibles contaminados de depósitos por vertidos de forma equivocada ya sea por personal de obra o ajena a esta. Para poder asegurar esto, se deberán de cubrir con una lona cuando termine la jornada laboral.

En el caso de que no se puedan cumplir estos requerimientos se delegará la gestión de residuos a una empresa subcontratada que se hará cargo de estos.

1.5 Reutilización, valoración o eliminación de residuos en obra

- No se prevén operaciones de reutilización en obra.
- No se prevén operaciones de valorización en obra.
- Se entregarán los residuos a un Gestor autorizado.

1.6 Destino para los residuos no reutilizables ni valorizables en obra

Para la gestión final de los residuos generados en obra se pondrá a disposición de los servicios de una empresa que se localiza en el municipio de Villamediana de Iregua, autorizada por la Comunidad de La Rioja, siendo sus datos de contacto:

Nombre: Ecoparque

Dirección: 26142 Villamediana de Iregua, La Rioja

Teléfono: +34 941011060

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

"PROYECTO DE NAVE INDUSTRIAL Y CICLO PRODUCTIVO DE UNA BODEGA"

SEPTIEMBRE DE 2020

ALUMNO: AARON RODRIGUEZ MARTÍNEZ
TUTOR: MARIA ANGELES MARTINEZ CALVO

ÍNDICE

Aarón Rodríguez Martínez
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL- UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1) Definición y alcance

1.1 Introducción

El presente pliego de condiciones marca las normas y criterios que se establecerán en el Proyecto. Se ejecutarán los criterios a aplicar en la ejecución de la obra, normas que se han de realizar en la ejecución material, pruebas de funcionamiento y plazos de garantía de los materiales y construcción.

Todas las obras cuyos planos, características, mediciones y presupuesto se adjunten y queden descritas en el presente Proyecto, se considerarán sujetas a las posteriores condiciones del pliego.

Todo se ejecutará según se establezca en el siguiente pliego de condiciones, siguiendo siempre los Documentos Básicos del Código Técnico de la edificación, así como los complementos de este y órdenes y normas vigentes hasta la fecha de redacción del Proyecto.

1.2 Objeto

En el siguiente Pliego de Condiciones Técnicas se recogen todas las disposiciones legales, económicas y facultativas por la de que se ha de regir la ejecución del Proyecto.

Todas las obras incluidas en el presupuesto serán de estudio obligatorio, además el contratista debe ceñirse estrictamente a lo descrito en el Pliego de Condiciones, no pudiendo modificar nada de lo dictado salvo por fuerza por mayor, siendo esta modificación comunicada al director de redacción del Proyecto antes de que sea ejecutada para que se estudie con anterioridad.

a) Documentos que definen el Proyecto

Los documentos principales y que definen las obras al completo son 4: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto, estos 4 documentos deberán de seguir este orden dentro del Proyecto.

- La Memoria recoge la descripción y detalles de las obras e instalaciones.

Los Planos recoge toda la información en cuanto a la construcción estructural y detalles de esta, situación del proyecto y fichas de construcción de diferentes apartados o piezas.

El Pliego de Condiciones se reúnen las condiciones y descripción de la memoria constructiva.

El Presupuesto recoge las mediciones totales de la obra al completo, en número, unidades y coste.

En el caso de que alguno de los documentos citados anteriormente quedase sin definir algún apartado al completo, se seguirá el Pliego General de Condiciones de la Edificación.

1.3 Alcance de los documentos del Proyecto

Los documentos presentados en este Proyecto se complementan entre sí, aunque en alguno de ellos existe información única como puede ser en el Presupuesto o en los Planos, siendo todos estos documentos elaborados por el contratista y sin compensación económica ni judicial por parte del propietario.

Esto ocurre del mismo modo para todos los trabajos que no hayan sido definidos con los anteriores documentos, estos trabajos han de ejecutarse de manera normal siguiendo las normas generales de realización de obras, para que la calidad de los trabajos sea la correcta.

b) Compatibilidad de documentos del Proyecto

Desde el punto de vista técnico, en primer lugar la Memoria y en segundo lugar los Planos son los documentos más importantes para el Proyecto, siendo el Pliego de Condiciones el más importante si se mira desde un punto de vista jurídico.

Los documentos establecidos en el Proyecto y mencionados en los puntos anteriores son conciliables entre sí, además se integran unos con otros, pero el objetivo es que solamente con los documentos de Pliego de Condiciones y Planos se pueda ejecutar el Proyecto completamente.

1.6 Disposiciones Legales

Normativa de la edificación

- CTE-DB-SE: Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Seguridad Estructural.
- CTE-DB-AE: Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Acciones de la Edificación.
- CTE-DB-C: Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Cimientos.
- CTE-DB-A: Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Acero.
- EHE-08: Instrucción Española del Hormigón Estructural
- Plan General de Ordenación Urbana de Entrena.

Normativa de Abastecimiento de Agua y recogida de vertidos

- CTE-DB-HS: Código Técnico de la Edificación – Documento Básico – Salubridad.
    - HS 4: Suministro de agua
    - HS 5: Evacuación de aguas

Normativa Industrial Agroalimentaria

- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos.
- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.
- Decreto 2519/1974, de 9 de agosto, sobre entrada en vigor, aplicación y desarrollo del Código Alimentario Español.
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- Real Decreto 1418/1986, de 13 de junio, sobre funciones de Ministerio de Sanidad y Consumo en materia de sanidad exterior.

- Ley 11/2011, de 5 de julio, por la que se crea la agencia Española de Seguridad Alimentaria.
- Real Decreto 227/2014, de 4 de abril, por lo que se aprueba el Estatuto de Agencia de Información y Control Alimentario.
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 19/2014, de 17 de enero, por el que se refunden los organismos autónomos Instituto Nacional de Consumo y Agencia Española De Seguridad Alimentaria y Nutrición en un nuevo organismo autónomo denominado Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición y se aprueba su estatuto.

Normativa de Uso de Suelos

- Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja.
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbana.
- Plan General de Ordenación Urbana de Entrena.
- Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja (NUR 2007).

Normativa Medioambiental

- Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja (P.E.P.M.A.N)

2) Disposiciones Generales

2.1 Naturaleza de los materiales

El conjunto de condiciones que han de cumplir los materiales empleados en la construcción del edificio se denomina Pliego General de Prescripciones Técnicas.

Se han de ejecutar los trabajos según lo descrito en el Pliego General de Prescripciones Técnica, así como en las disposiciones y condiciones generales de aplicación y los Documentos Básicos que forman el Código Técnico de la Edificación.

De la misma manera, se ha de seguir los Documentos Reconocidos por el Código Técnico de la Edificación definidos como documentos técnicos sin carácter reglamentario que son reconocidos por el Ministerio y órdenes en vigor hasta la fecha.

2.2 Contrato

Los siguientes documentos que forman el contrato del Proyecto son:

- Los documentos del proyecto en formato gráfico y escrito.
- El Pliego de Condiciones Generales del Proyecto.
- El acuerdo del contrato por todas las partes.

En caso de que algún documento haya quedado incompleto para la correcta ejecución del proyecto se seguirá las directrices del Pliego General de Condiciones de la Edificación.

a) Preparación de la ejecución del Proyecto

Tras haber concretado y firmado el contrato por todas las partes, el constructor debe visitar el emplazamiento de la obra con anterioridad de esta, para poder examinar el lugar, las medidas de acceso, las vías de comunicación, la climatología y los accesos a servicios públicos. El constructor debe adecuarse a las obligaciones fijadas en el contrato.

Tras la firma del contrato, se debe transmitir a la Dirección Facultativa:

- Los detalles complementarios de la obra.
- El calendario de ejecución de la obra especificado y detallado.
- La memoria de organización de la obra.
- Los procedimientos necesarios para que el constructor ejecute la obra sin poner en riesgo, perjudicar o dañar a dichos propietarios o terceras personas.

El constructor se hará cargo de todo el personal necesario para la correcta construcción de la obra, así como el mantenimiento de esta en el carácter de iluminación, vigilancia y protección, durante el transcurso de la misma para que sea imprescindible la buena ejecución de la obra- rigiéndose por la Reglamentación Oficial vigente o por las instrucciones propiamente descritas por la Dirección Facultativa.

De la misma manera, es responsabilidad del constructor delimitar la zona de la obra mediante un vallado provisional y conforme dicten las Autoridades competentes del lugar, también pondrá en funcionamiento en la obra unos servicios higiénicos provisionales para todos los empleados de la obra, según se recoge en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Es necesaria la visita del constructor a la obra antes de la ejecución de esta ya que en el caso de que se necesite un estudio especial para la realización de alguno de los trabajos, el

constructor debe notificárselo a la Dirección Facultativa y esta debe aprobar dicha modificación para poder realizar los trabajos de la forma correcta.

b) Comienzo de la ejecución del Proyecto

El comienzo de la ejecución del Proyecto será cuando se levante el Acta de Replanteo.

El responsable de que el replanteo de la obra sea correcto, del mismo modo de que los niveles, dimensiones, y alineaciones de la obra sea correcto será el Constructor. Este debe facilitar la mano de obra, maquinaria y herramientas para conseguir la correcta ejecución.

Si se da la circunstancia de que haya un error en las dimensiones, alineaciones o replanteos en cualquier zona de la obra, será el constructor quien se haga cargo de corregir dichos errores tanto en términos de trabajo como en términos económicos. Además, para la realización de los trabajos de replanteo debe disponer de todos los medios para ejecutarlo de forma correcta como pueden ser señales o estacas.

En el caso de que durante los procesos de ejecución de obra, cuando se realizan los trabajos de excavaciones o movimientos de tierras, se descubriese cualquier bien como objetos históricos, fósiles, joyas o monedas; la comunicación por parte del constructor debe ser inmediata al promotor ya que son propiedad de este.

c) Proceso de ejecución del Proyecto

Todo el proceso de ejecución de la obra se realizará según marca el Proyecto, en el caso de que este pueda sufrir alguna modificación esta se debe autorizar por el Director de Obra, previamente aprobada por el Promotor y siempre siguiendo la legislación aplicable, las normas constructivas y las directrices del Director de Obra y Director Ejecutivo de la Obra, como últimos responsables de la ejecución de esta.

En toda obra es necesario una serie de documentos para poder llevar toda la trazabilidad, control y calidad de esta. La documentación necesaria es:

- Apertura de centro de trabajo
- Autorizaciones administrativas locales
- Documentos del Proyecto, así como las modificaciones de este y los anejos
- Libro de Órdenes y Asistencias
- Libro de Incidencias en materia de Seguridad y Salud
- Licencias de obra
- Certificado final de obra

En el caso de que para diferentes procesos constructivos sea necesaria la contratación de otra empresa, esta debe seguir todas las normas y leyes constituidas para esta obra, siendo sus trabajos coordinados y dirigidos por el Director de Obra.

En toda obra es necesario una serie de controles, estos controles será responsabilidad del Director de Obra como del Director Ejecutivo de Obra. Los controles necesarios son:

a) Control de acceso/recepción en obra. A la entrada de la obra es imprescindible controlar el material, la maquinaria, los empleados y los equipos que entran a la obra, ya que deben cumplir con las especificaciones determinadas en el Proyecto. Para poder realizar este control será necesario:

i) Control de la documentación de los suministros: Antes de la recepción de cualquier suministro en obra, el suministrado debe enviar toda la documentación del producto al constructor y este al Director de Ejecución de Obra.

Los documentos que se deben presentar ante las entidades citadas anteriormente son: documentos de origen, certificado de garantía del fabricante del material suministrado sellado y firmado por el suministrador, documentación del marcado CE (cuando sea conveniente), hoja de suministro y etiquetado.

ii) Control mediante distintivos de calidad: El suministrador debe facilitar la documentación necesaria para certificar los distintivos de calidad que requiera el Director Ejecutivo de Obra, como pueden ser los certificados de materiales de los productos.

iii) Control mediante ensayos: Este control puede ser de obligado cumplimiento según dicta la reglamentación vigente y de aplicación.

b) Control de ejecución en obra:

i) La responsabilidad de la correcta ejecución de los trabajos en la obra es del Director Ejecutivo de la Obra, así como de controlar que los materiales que se emplean son los adecuados para satisfacer lo establecido en el Proyecto.
ii) Comprobación de las medidas y ejecución para confirmar la compatibilidad entre los distintos productos.
iii) Comprobación de que los métodos empleados en la ejecución son los correctos para que cumpla con las necesidades técnicas descritas.

c) Control de obra terminada: La Dirección Facultativa es la responsable en última instancia de que todas las demandas en temas de materiales y ejecución hayan sido realizadas por parte del Constructor según lo descrito en el Proyecto y mediante la realización de buenas prácticas. La Dirección Facultativa puede actuar sin arbitrariedad y ejecutar las siguientes instrucciones:

(1) Reemplazar o sustituir materiales en mal estado o defectuosos.
(2) Demoler las obras que no han sido ejecutadas según están descritas en el contrato.
(3) Cumplir el calendario de ejecución de obra fijado en el contrato.
(4) Asegurar una buena ejecución y practica de la obra.

El Promotor tiene la potestad de sustituir a todo personal encargado tanto de la dirección de la obra como de la ejecución de esta, esta decisión será transmitida al Constructor. El nuevo personal que sustituya al personal destituido deberá cumplir todas las obligaciones y responsabilidades fijadas en el contrato.

El Constructor puede reclamar cualquier orden que se le atribuya y que sea diferente a lo fijado en el contrato, esta reclamación debe hacerse en los días siguientes a su detección.

El Constructor es el responsable de escoger a una persona que realizará las funciones de Jefe de Obra, la persona designada con estas funciones debe poseer la experiencia y conocimientos necesarios, el Director de Obra decidirá si la persona designada cumple con lo acordad y deberá aprobar su función. En el caso de que el Jede de Obra no cumpla con sus funciones será destituido de forma inmediata y el Constructor deberá asignar a un nuevo responsable para que realice la función de Jefe de Obra.

El Constructor deberá además prestar todo el personal que sea necesario para la ejecución de obra, este personal deberá disponer de la titulación y experiencias adecuadas para los trabajos que va a realizar este personal. La Dirección de Obra podrá retirar a cualquier trabajador que no cumpla con lo establecido, siendo el Constructor el responsable de reemplazar a dichos trabajadores.

El Promotor podrá requerir al Constructor que su personal disponga de indumentaria distintiva con el objetivo de que se identifiquen por la obra para así mejorar el control de accesos de esta.

El Constructor es el único y principal responsable de que toda persona contratada por él para la realización de cualquier trabajo en la obra cumpla con la Reglamentación Laboral Vigente. Todo personal proveniente de cualquier subcontratista debe cumplir con la reglamentación citada anteriormente, siendo el Constructor el principal responsable. De la misma forma, es responsabilidad del Constructor de que todo el personal de obra cumpla con las obligaciones de la Seguridad Social.

En el caso de que se produjesen daños en la interferencia de trabajos entre el Constructor y alguna de las empresas contratadas o subcontratadas, el responsable de subsanar este inconveniente es el Constructor, sin necesidad de transmitir cualquier reclamación al Promotor.

El Constructor es el responsable de cualquier zona dentro de la obra, por lo que si es necesaria cualquier modificación o rectificación, previa inspección, para que le ejecución se haga de forma correcta, deberá ser notificada y comunicada a la Dirección de Obra.

2.3 Condiciones Económicas

Opciones de abono de la obra del Proyecto

Todos los trabajos realizados en la obra del Proyecto se podrán abonar de las siguientes formas:

- Fijo por unidad de obra: El precio del trabajo estará fijado antes de la realización del mismo, solamente podrán variar las unidades del trabajo, no el precio de este. El importe del trabajo se abonará al Constructor.
- Variable por unidad de obra: El precio de los trabajos va a depender de las condiciones en las que se efectúen y los materiales que se empleen, el abono del importe se realizará al Constructor.
- Fijo total: La cifra que se ha acordado por los trabajos se abona previamente y servirá como base de la adjudicación, reducida en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

Todos los importes se verán sujetos a las distintas horas que se emplearán para efectuar todos los trabajos.

Relaciones valoradas y certificaciones

A lo largo de la ejecución de la obra se establecerán unas fechas en las cuales se valorará el trabajo realizado hasta estas por parte del Constructor. Esta valoración se hará de forma teórica según el cubicaje, área o unidades que forman los distintos trabajos, y aplicando los precios que se han descrito en el contrato.

El constructor necesita un informe por parte del Director de Ejecución Material para que pueda realizar la reclamación de abono de los trabajos realizados, dispondrá de 15 días naturales para hacer alguna observación o aprobarlos con la correspondiente firma.

El Arquitecto dispondrá de 15 días naturales para poder aprobar o rechazar cualquier modificación o exigencia que reclame el Constructor.

2.4 Condiciones Generales de los Materiales

El contrato es el lugar donde se recogen las condiciones de los materiales a emplear en la obra, será la Dirección de Obra la entidad encargada de realizar pruebas de estos materiales si se necesita conocer sus características y comportamientos en la obra que se describe en el Proyecto.

Tras la descripción, posibles pruebas y la aprobación de todos los materiales, será de obligado cumplimiento que todo material que entra en la obra deberá llevar el marcado CE, según la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y otras Directivas europeas que sean de aplicación a este Proyecto.

Los Documentos Básicos que constituyen parte del Código Técnico de la Edificación, forman las características técnicas de los productos y sistemas que se empleen en la obra, complementando por el marcado CE todos los productos que cumplen con las Directivas Europeas específicas.

Todos los marcados, certificaciones o distintivos adicionales que posean los distintos materiales y que complementen todos los requerimientos básicos contemplados en el CTE, pueden ser reconocidas por las Administraciones Públicas. Podrán ser reconocidas todas las certificaciones de conformidad que ostenten las entidades de Dirección de Obra o Director de Ejecución de Obra, al igual que las certificaciones medio ambientales necesarias para todos los materiales empleados en la obra e incluso de edificios para que sea posible el cumplimiento del Certificado Técnico de la Edificación al completo en los campos que compete.

Como hemos mencionado será de obligado cumplimiento satisfacer todos los requerimientos para cumplir las distintas directivas, no obstante, las Administraciones Públicas aplicarán lo siguiente:

- Su experiencia, estará en todo momento demostrada a través de la realización de ensayos, que será respaldada por todos los medios y sistemas de gestión de calidad de pruebas, ensayos e inspecciones.
- Su actuación, en todo momento la actuación será transparente y objetiva, siendo en todo momento controlada por personal técnico apto y una organización optima.

- Su vigilancia, deberá cumplir con todas las directrices y se aplicará sobre los productos y sistemas que se hayan evaluado técnicamente.
- La información, todos los análisis y actuaciones serán de carácter público, poniéndose a disposición de cualquier persona o entidad, al igual que la vigencia de todas las evaluaciones técnicas.

En el caso de que se produzcan desperfectos y no se han realizado ensayos, se procederá a la realización de los mismos, en el caso de que estos den un resultad aceptable, el abono del desperfecto será abonado según lo establecido en contrato.

Si la Dirección decide realizar un ensayo técnico para comprobar el buen funcionamiento de materiales, productos o sistemas, el Propietario asumirá los costes de los ensayos en caso de que sean aptos, y por el contrario, si los ensayos no cumplen con las demandas establecidas, será el Constructor quien abone el coste de los ensayos.

El Constructor es el responsable de asegurar que se cumplen todas las directrices acordadas antes de la ejecución de dichos trabajos, en caso de que estos no se cumplen será el principal responsable. Del mismo modo, será el responsable del transporte, descarga, almenaje y manipulación de todos los materiales que lleguen a obra, ya sean de su propiedad o de otras empresas subcontratadas.

2.5 Recepción

Es el hecho en el cual el Constructor hace entrega de la obra al Promotor, una vez que esta haya sido finalizada. La entrega ha de realizarse mediante un acta firmada, al menos por estas dos partes, en el acta deberá constar lo siguiente:

- Las partes que intervengan.
- Fecha del certificado final de obra.
- Coste final de la ejecución de la obra.
- Garantías que atribuyan al Constructor sus responsabilidades.

En el caso de que el Promotor considere que la obra no está finalizada o que no se ha ejecutado todo lo establecido en contrato, podrá rechazar el acta de entrega de la obra. Este rechazo del acta deberá quedar reflejado en la misma, y se deberá fijar una nueva fecha de entrega final.

La fecha de entrega debe estar comprendida en los 30 días de finalización de la obra.

Una vez la obra se ha considerado como finalizada, el Director de Obra facilitará toda la documentación del Proyecto al Promotor para que este pueda realizar los trámites administrativos pertinentes. A toda la documentación presentada se deberá adjuntar obligatoriamente el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que intervienen en el Proyecto; las instrucciones, condiciones de uso y mantenimiento del edificio, siguiendo las normas que aplican.

Toda esta documentación será recogida en un único documento, el Libro del Edificio, es obligada la entrega de este a los usuarios del edificio.

Como se ha mencionado anteriormente se deben de cumplir una serie de garantías en las obras de edificación, estas garantías se encuentran en el artículo 2 de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación, se aplicarán las siguientes garantías:

- Seguro de daños materiales durante un año por defectos de ejecución, que puede ser de aplicación con la retención del promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- Seguro de daños materiales con garantía de 3 años que exige la Ley de Ordenación de la Edificación por el daño o defectos de las instalaciones del edificio, que provocan un incumplimiento de la habitabilidad.
- Seguro de daños materiales para garantizar durante 10 años defectos o problemas en distintos componentes estructurales como: cimentación, soportes vigas o a la estabilidad del edificio.

Cuando en alguno de los días se den las condiciones que se van a describir a continuación, se considerarán como días con condiciones climatológicas:

- En el caso de que haya precipitaciones durante las 7:00 horas y las 18:00 horas y estas sean superiores a 10 mm.
- Si la velocidad del viento es tan elevada que impide la realización de trabajos con maquinaria.
- Si ha transcurrido 1 hora desde el comienzo de los trabaos en ese día y la temperatura sigue siendo menor a 2 grados centígrados.
- En el caso de que se produzca una helada grave, se puede dar una prolongación del plazo en 2 días para permitir el deshielo.

3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

A continuación vamos a determinar las propiedades técnicas de los equipos, medios y materiales empleados en la realización y ejecución de la obra, también se nombrarán las normas de seguridad en el desarrollo de los trabaos, métodos de medición y valoración que se realizarán para la ejecución del proyecto.

3.1 Generalidades

3.1.1 Valoración y Medición de las Unidades de Obra

Todos los trabajos que se realicen en la obra serán certificados mensualmente mediante certificaciones parciales y se abonará el importe de estas. Las certificaciones parciales solamente reflejarán las unidades de obra que se hayan ejecutado completamente y en el plazo acordado previamente. El presupuesto de estas certificaciones va a estar formado por los precios que se han establecido con anterioridad, con los planos, referencias, extensión y volumen para su comprobación.

Las comprobaciones que sean necesarias se deberán ejecutar en un plazo no mayor de 15 días, ya sea la solución de dicha comprobación negativa o positiva.

El Director de Obra será el encargado de tramitar las certificaciones de todos los trabajos finalizados de la obra. Estas certificaciones tienen un carácter provisional y que se van a verificar por la liquidación definitiva que contiene las certificaciones.

El Contratista recibirá un abono por las obras de fábrica, de tierra y de accesorios, que se hayan ejecutado bajo las condiciones establecidas en el proyecto, o bajo la evaluación y revisión del Director de Obra. Esta evaluación quedará reflejada en el plano de detalle y órdenes escritas, siendo abonado el trabajo realizado por porcentaje según se haya establecido en el cuadro de precios.

3.1.2 Condiciones Generales de seguridad e higiene

Según el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, todos los trabajos de la obra del Proyecto deben satisfacer todos los requerimientos de seguridad e higiene en beneficio del personal encargado de la ejecución de los trabajos.

3.2 Comiendo de la Obra

3.2.1 Trabajos de Replanteo

Antes de comenzar a realizar cualquier trabajo el Director de Obra será el responsable de ejecutar una revisión general sobre el terreno donde se van a realizar el proyecto. El Director de Obra también será el responsable de realizar cualquier revisión parcial en el transcurso de la ejecución de la obra, dejando constancia de ese análisis mediante señales o referencias en puntos del terreno para asegurar una realización de los trabajos de forma correcta.

Estas revisiones citadas necesitarán el empleo de materiales o equipos, los cuales será responsabilidad del Contratista su suministro.

Tras obtener los resultados de dichos análisis, se va a levantar el acta, esta acta estará compuesta por los planos, mediciones y valoraciones firmadas por el Director de Obra y por el Contratista. En el acta quedará relejada cualquier modificación o incidencia producida, y por último el presupuesto final.

La firma del acta de replanteo es el hecho en el cual el Contratista se convierte en el responsable de la protección de los datos de esta acta.

El Contratista será el responsable en todo momento de cualquier error en el replanteo o alineaciones de la obra, y deberá corregir dicho error a su costa. El Director de Obra es el responsable de la comprobación de las alineaciones o replanteos, este hecho no exime de sus obligaciones al Contratista.

3.2.2 Limpieza del terreno de la Obra

En el caso de que sea necesaria la limpieza vegetal del terreno se deberán de ejecutar con las precauciones necesarias para no dañar ningún elemento que rodea o que integra el terreno como pueden ser los suministros públicos de agua y luz.

El proceso de esta limpieza será aquellos que se recoja en la normativa local, puede ser que cierto material se deba tratar de forma distinta por sus condiciones el responsable de la eliminación serla el Contratista bajo la autorización del Director de Obra.

3.3 Movimiento de Tierras

3.3.1 Excavaciones

En este Proyecto se van a realizar las siguientes excavaciones:

- Excavaciones para la cimentación de la nave industrial:
  Será el Director de Obra la persona encargada de organizar el trabajo de excavaciones para la cimentación, el objetivo es intentar alterar la tierra en el menor grado posible.
  Cuando se de la circunstancia de que el suelo de la obra es arcilloso, el proceso de excavación se realizará en dos partes, sin realizar la capa final hasta que se ejecuten las cimentaciones de la obra.
  Durante los trabajos de excavaciones puede que las cimentaciones necesiten unas modificaciones por las condiciones del terreno, se deberá modificar en el Proyecto, produciéndose de forma inmediata la paralización de los trabajos a los que influye, el Contratista será el responsable y deberá soportar los costes de la modificación.

- Excavaciones en zanjas para riostras de cimentación:
  El dimensionado de las zanjas se realizarán según se describan en los planos, el fondo de la zanja deberá estar nivelado por completo para que la riostra pueda descansar correctamente en toda la longitud de si misma.

  En el caso de que el Director de Obra considere que es necesaria una modificación de los planos por un replanteo general, será responsabilidad del Contratista quien realice estas modificaciones. Estas modificaciones serán excavaciones que incluyen los siguientes trabajos:

  - Desbroce y limpieza del terreno.
  - Retirada de la tierra sobrante.
  - Transporte de la tierra a otras zonas o al vertedero.
  - Preparar y dejar acondicionado el terreno en toda la extensión que sea necesario.
  - Rellenar todas las partes del terreno.

En el caso de que se realice cualquier excavación que no se haya ejecutado por el Adjudicatario o que no sea aprobado por el Director de Obra no se abonará. Los movimientos de tierra y almacenamiento de la misma se harán en un lugar seguro para evitar causar desperfectos en agentes o mobiliario ajeno a la obra, este trabajo no supondrá un coste adicional ya que va implícito en los trabajos.

3.3.1.1 Medición y valoración de los trabajos de excavaciones

El coste de los trabajos de excavaciones será calculado según el volumen de terreno que se tenga que extraer y excavar, medido y calculado previamente a los trabajos, y se calculara con referencia al cuadro de precios.

Este cálculo del volumen a excavar será calculado mediante los planos y líneas constructivas del terreno, siempre siguiendo las órdenes escritas del Director de Obra. Los precios incluirán todos los medios auxiliares necesarios para realizar los trabajos, así como materiales adicionales y todos los trabajos para dejar el terreno óptimo para los siguientes trabajos de edificación.

En el caso de que se necesite realizar unas excavaciones de forma extra, mayor volumen que el que refleja las mediciones para garantizar la seguridad de todos los trabajadores; no serán abonados.

Solamente se abonará cualquier desprendimiento que se produzca por negligencias por parte del Contratista por no cumplir las directrices del Director de Obra.

Por último, tampoco serán abonables los trabajos necesarios que haya que realizar por reparaciones de averías en los trabajos de excavaciones o desperfectos efectuados por la lluvia o alguna causa mayor.

3.2.2 Vaciado de tierras

Los trabajos de excavación serán ejecutados por el Contratista según lo descrito en los planos en los ámbitos de forma y profundidad.

El Director de Obra indicará y gestionará todo el material que haya quedado en exceso debido a los trabajos de desmonte y relleno de zanjas. Los procedimientos de excavación se harán de la siguiente manera: todos los trabajos se realizarán con maquinaria salvo que las condiciones del terreno o el espesor a excavar obligue a que se realicen mediante procesos manuales. Los trabajos se realizarán siempre en franjas horizontales y no perpendiculares a los bordes del terreno, dejando siempre una distancia de 1 metro desde el borde hasta el extremo excavado.

Con anterioridad a realizar los trabajos de excavación, debe de constar la aprobación del replanteo realizado previamente por parte del Director de Obra.

Las camillas de replanteo se encontrarán a una distancia de mínimo 1 metro con respecto al borde y serán dobles en los extremos de las alineaciones. Para poder ejecutar bien los trabajos se van a establecer puntos fijos a las cuales van a estar referidas todas las cotas, desplazamientos en dirección vertical u horizontal de los puntos del terreno o construcciones de edificación contiguas. Debido a las posibles modificaciones que sufra el terreno a lo largo del tiempo, se deberán hacer lecturas diarias y estas serán anotadas en un estadillo para que se pueda llevar el control.

Durante los trabajos de excavación se puede dar la opción de que aparezcan anomalías como puede ser el descubrimiento de diferentes estratos, construcciones antiguas, yacimientos, etc., estos inconvenientes se deben comunicar al Director de Obra.

Todo el perímetro de la obra estará delimitado por un vallado de al menos 2 metros de altura con respeto al suelo en esa zona. Todo el material proveniente de las excavaciones o de la recepción deberán de estar en un lugar mas alejado de 2 metros del borde de vaciado, excepto por autorización del Director de Obra.

Si por diferentes motivos se produce un improvista en la obra, será el Contratista quien debe actuar ante esta situación y la decisión que tome la deberá comunicar de forma inmediata a la Dirección de Obra.

Hay una serie de condiciones que no serán aceptadas bajo ningún concepto:

- Zona de protección: Menor a 1 metro de distancia.
- Dimensiones: sufrir una variación de 10 cm en defecto o en exceso, y unos errores superiores al 2,5% de lo establecido.

- Altura: Debe ser superior a 3,3 metros con medios mecánicos y mayor de 1,65 metros en medios manuales.

La unidad de medida para los trabajos de excavación será el metro cúbico.

3.3.3 Relleno

Para los trabajos de relleno se podrá utilizar material proveniente de la obra o de fuera de ella, siempre y cuando cumpla las condiciones requeridas en el Proyecto.

3.4 Cimentación

3.4.1 Hormigón

En primer lugar hay que tener en cuenta que para la realización de este material se debe seguir las indicaciones de las Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa y Armado EHE-08.

Toda clase de hormigón que se emplea en los procesos constructivos de la obra, a los 28 días deberá de cumplir un mínimo de resistencias, en probetas de pruebas con forma cilíndrica de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro. Si el hormigón empleado no satisface los requisitos de las pruebas, el Director de Obra deberá proceder a la aplicación del artículo 66.1.

El porcentaje máximo de relación entre el agua y el cemento es del 60%, a no ser que el Técnico Encargado apruebe otro porcentaje.

Los asientos máximos a posterior de ser depositado el hormigón serán de 40 centímetros para la masa y 60 centímetros para el hormigón armado, pero sin dejar que el hormigón empleado se consolide.

Todo tipo de hormigón empleado será revisado de forma continua, con especial hincapié en el hormigón armado, que si se da la ocasión de que se tienen que interrumpir los trabajos y estos están sin finalizar, se cubrirá la superficie con sacos húmedos para que quede protegida. Una vez se pueda reiniciar los trabajos, si el fraguado de la superficie se ha consolidado, se deberá picar la superficie para intentar llegar al interior, humedecer la superficie, añadir una capa de mortero y continuar con el proceso de hormigonado. Si el fraguado aún no ha comenzado, se deberá añadir una capa de mortero y a continuación se seguirá vertiendo el hormigón.

Para el proceso de amasado y curado del hormigón se deberán emplear las aguas empleadas en las pruebas y ensayos y que estas hayan sido aproadas. El Director de Obra deberá analizar las aguas que se quieran emplear pero que no hayan sido aprobadas en las pruebas.

Para la realización de la cimentación se necesita un hormigón que cumpla con las características que se exigen, al igual que su preparación y uso, todo esto debe estar garantizado por el fabricante y que este haya realizado pruebas con anterioridad.

La Dirección Técnica tendrá como objetivo realizar comprobaciones y controles frecuentemente al hormigón empleado en la obra. Si por algún motivo, la cantidad de hormigón a emplear sufre una variación deberá de ser el Contratista quien apruebe dicha modificación, aunque esto afecte de forma directa en los precios.

3.4.1.1 Medición y valoración del hormigón.

- Hormigón en masa: En el presupuesto se incluirá el precio de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos, los materiales necesarios para la construcción, y los

elementos y actividades que sean necesarias para la correcta ejecución del hormigón, siguiendo las condiciones del Pliego Técnico. El abono de este material se hará por volumen empleado, metro cúbico, al precio que se haya acordado en el presupuesto. Solamente se abonará el volumen de hormigón que este ejecutado al completo.

- Si a consideración del Director una partida de hormigón se ha efectuado de forma defectuosa, el Director podrá obligar al Contratista a que realice los trabajos d nuevo, todo esto a coste del Contratista.
- Hormigón armado: La forma de abono y la manera de realizar el presupuesto de esta partida será de la misma forma que en el caso anterior. Todo lo necesario quedará reflejado en el Presupuesto. El abono se hará por metro cúbico de hormigón colocado completamente.

3.4.1.2 fabricación y pues en obra del hormigón

Todo el hormigón que se emplee en la obra deberá ser de calidad y cumplir las siguientes características:

- Consistencia: El hormigón puede tener diferentes consistencias que son plástica, seca, fluida y blanda; para determinar cuál es el método elegido va a ser el Cono de Abrams. Para que sea posible ejecutar la cimentación, la clasificación del hormigón debe ser de plástica blanda, arrojando un resultado de un asiento máximo de 9 cm en el Cono de Abrams. Estas mediciones a través de la herramienta descrita se realizarán insitu en obra, cuando se vayan a ejecutar los trabajos.

- Dosificación: La Dirección de Obra marcará las necesidades del hormigón, que necesitará para satisfacerla mezclas con distintos áridos.
  El Contratista será el encargado de añadir tantos los materiales de adición como los aceleradores del fraguado que sean necesarios, siempre y cuando el Contratista cuente con la autorización de la Dirección.

- Aditivos: los únicos aditivos que está permitida su utilización son los impermeabilizantes siempre con previa autorización expresa de la Dirección Técnica. En el momento de que el hormigón se vaya a instalar en la obra, se considerarán los siguientes puntos:
  - El tiempo máximo entre el amasado y la puesta en obra es de 1 hora.
  - El transporte es un proceso en el cual es prioritario que el hormigón no pierda humedad ni se seque.
  - Si a la hora de verter el hormigón en el sitio que corresponde, este presenta indicios de que este fraguado o fraguando, debe desecharse al completo.
  - El hormigón cuando llega a obra no debe haber perdido compacidad y homogeneidad durante el periodo de traslado del mismo.
  - El hormigón debe ser vertido de forma que no aparezcan disgregaciones y a una altura máxima de 1 metro, evitando que el hormigón se desplace verticalmente cuando esté ya vertida.
  - El vertido del hormigón será por capas de entre 15 y 30 centímetros.
  - Las vigas de atado serán hormigonadas vertiendo el hormigón en los puntos convenientes.
  - Cuando un trabajo de hormigonado es interrumpido, se crea una junta de hormigonado, el objetivo es conseguir unir un hormigón fresco en otro

endurecido. La Dirección de Obra deberá ejecutar este tipo de juntas de hormigonado, siendo la superficie protegidas mediante sacos húmedos.

Se verterá una capa de mortero de 2 centímetros sube la superficie humedecida con el objetivo de conseguir una buena adherencia, limpiando la superficie de hormigón.

El rango de temperaturas para la realización del hormigón es entre los 5ºC y los 40ºC, siendo los márgenes óptimos. En caso de que la temperatura esté fuera del rango será la Dirección de Obra quien autorice la realización del hormigón.

Una vez vertido y endurecido el hormigón, se protegerá del sol toda la superficie durante los 3 primeros días colocando en la misma sacos húmedos. Esta humedad será conservada durante 8 días ya sea por métodos de riego o inundación.

Hay que considerar unas demandas especiales para los procesos de riego ya que las tuberías para realizar este proceso deben de ser de hierro galvanizadas para así evitar que sustancias contaminantes y nocivas provoquen el fraguado del hormigón, debido a este factor se recomienda que las tuberías sean de goma. Otro factor clave es que la temperatura del agua no debe ser inferior a 20ºC.

Considerar los siguientes factores ante eventualidades climatológicas:

- Cuando la temperatura es elevada hay que prestar atención y evitar el agrietado del hormigón.
- Cuando la temperatura es baja hay que prevenir la congelación.
- Cuando hay precipitaciones hay que evitar el levado del hormigón.

Si por algún error o inconveniente se ha producido un desperfecto en alguna parte de la estructura de hormigón deberá ser eliminada y sustituida por el Contratista, siendo también el responsable económico.

3.4.1.3 Cimentaciones

Los hormigones presentan las siguientes características:

- La arena y la graba pueden proceder de ríos, arroyos y canteros, pero deben estar libre de impurezas. Para la graba no se admiten ni bloques ni piedras de gran tamaño, solamente serán válidas las piedras comprendidas entre 2 y 6 centímetros.

- Toda la arena que se emplee para la realización del hormigón será analizada previamente. Es preferible la utilización de arenas ásperas, luego las arenas de cuarzo y por último las calizas.

- Para poder determinar la cantidad de arcilla se realizará el siguiente ensayo:
    - Se cogerá un volumen de 100 centímetros cúbicos de arena y se cribarán a través de un tamiz de rejilla de 5 milímetros.
    - Toda la rena que ha pasado el tamiz se mezclará en una probeta de 300 centímetros cúbicos con 150 centímetros cúbicos de agua.
    - Se agitará la mezcla y se dejará reposar durante 1 hora.

  Como resultado satisfactorio el volumen de arcilla deberá ser superior al 8%.

- La materia orgánica se medirá de la siguiente manera:

- Se dispone de 100 centímetros cúbicos de arena que se mezclaran con una solución sosa al 3% hasta completar 150 centímetros cúbicos.
- Una vez pasadas 2 horas la mezcla deberá presentar un color transparente o un amarillo leve.

- Las pruebas de las arenas que se van a realizar se harán de la siguiente manera:
  - 3 partes de arena por cada una de cemento.
  - Deberá permanecer la mezcla durante 7 días.
  - Posteriormente deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre 12 y 14 kg/cm^2.

  Si la arena resiste esta prueba de tracción será apta la mezcla de arena con cemento. Gracias a esta prueba se puede saber si hay que aumentar o reducir la porción de cemento que se añade a la mezcla.

- Queda prohibida la utilización de materiales blandos o cascotes, siendo recomendado el uso de piedras con un peso elevado.
- El agua empleada en la composición del hormigón debe provenir de manantiales o ríos, siendo esta agua de una mineralización no excesiva. Las aguas muy ricas en sales carbonosas quedan excluidas de su utilización.
- La realización del hormigón se hará siempre que sea posible mediante medios mecánicos, es decir, hormigonera. Se ha de evitar siempre el realizar este proceso mediante métodos manuales, en el caso de que sea así se deberá realizar sobre una superficie de metal para evitar que se mezcle con la tierra del terreno.

Por último antes de ejecutar los trabajos se deben realizar las siguientes acciones:

- Comprobar que el terreno de cimentación coincide según lo descrito en el Proyecto.
- Se deberá limpiar y nivelar la superficie, retirando las capas del terreno que no estén fijas; todo esto se debe realizar antes de hormigonar.
- Se efectuará una excavación con profundidad mínima para evitar así los factores climatológicos.
- El hormigón armado contará con armaduras en perfecto estado y que no presenten ninguna sustancia perjudicial para su ejecución.
- En el proceso de realización del hormigón se deberá n vitar cargas estáticas y dinámicas para que no se produzcan desperfectos en las superficies hormigonadas anteriormente.
- Para concluir el proceso de hormigonado se va a mantener el hormigón húmedo mediante riego directo.

3.4.2 Armaduras

La cantidad y la configuración de las armaduras vine dictada por los cálculos de los diferentes elementos de cimentación. El proceso de moldeo de estas armaduras se realizará a través de medios mecánicos, será en frío y a una velocidad moderada. Todo aquel acero que no se haya realizado mediante las técnicas anteriormente descritas.

En el Proyecto está descrita las propiedades y composición de las armaduras para que cumplan con las necesidades para las cuales se ha diseñado.

3.4.2.1 Protección de armaduras

Para realizar una correcta protección de las armaduras se procederá a seguir las siguientes instrucciones:

- Las armaduras deben ser ubicadas limpias y sin fisuraciones, dispuestas entre sí.
- Las armaduras de las zapatas deben ser colocadas sobre el hormigón, y su separación respecto al pozo de cimentación debe ser de 10 centímetros.
- Se vana a utilizar separadores para el recubrimiento de las armaduras, este debe ser de 35 milímetros, estos separadores deben de tener más o la misma resistencia que el hormigón utilizado. La separación máxima entre ellos es de 1,5 metros.
- En el Proyecto se establecerá el doblado máximo que pueden sufrir las armaduras.
- Se evitará en todo momento la utilización de aceros con diferentes características y apariencias iguales para evitar confusiones.

4. Condiciones de ejecución de las obras

4.1 Condiciones Generales

Para poder realizar los trabajos de reparación, montaje y mantenimiento de toda la estructura metálica del Proyecto es necesario que las empresas que se designen para estos trabajos estén registradas en el Registro Empresarial de profesionales que habilita a las empresas para este tipo de trabajos.

En el Proyecto se establecen las condiciones y se describe el modo de la instalación y montaje de toda la estructura metálica.

Antes de proceder al montaje, como en cualquier proceso constructivo, se debe revisar todos los documentos del proyecto:

- Documentos Técnicos: Planos generales, planos en detalle, secciones, etc.
- Memoria Técnica: Se recogen las condiciones de ejecución y montaje, datos sobre cualquier procedimiento, cálculos y características de los materiales que e van a utilizar.
- Pliegos
- Mediciones
- Presupuesto

4.2 Proceso de Ejecución de Obra

4.2.1 Condiciones del Emplazamiento

Con anterioridad a realizar cualquier trabajo de la obra se debe cumplir con todas las necesidades del Plan de Seguridad, para poder cumplir los requerimientos se debe tener en cuenta:

- Zona habilitada para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de la obra.
- Instalaciones de grúas torres fijas.
- Caminos bien delimitados para la buena circulación dentro de la obra, como un buen acceso a la misma.
- Condiciones aceptables del suelo.
- Tener buen acceso a los servicios comunes.
- Fase de hormigonado en forjados.
- Mantener segura cualquier zona anexa al espacio de montaje.

4.2.2.1 Programa de Montaje

La Dirección Facultativa debe aprobar un plan de montaje que debe ser redactado y expuesto por el Contratista. El plan de montaje se especificará:

- Descripción de las fases, los equipos y medios auxiliares que se van a emplear en dichas fases y tiempo de montaje de estas.
- Personal que es necesario para la ejecución de los trabajos de cada fase y su cualificación.
- Comprobación de las alineaciones y los niveles.
- Sistemas de protección y seguridad.
- Longitudes máximas de las barras, así como longitudes de los empalmes y los nudos.
- Empleo de chapa perfilada para obtener una mayor estabilidad.
- Condiciones de obligado cumplimiento para la retirada de los aperos.

Este documento debe recoger cualquier montaje realizado en taller para asegurar el ensamblaje de piezas, del mismo modo se hará para todo material auxiliar que sea necesario para la correcta construcción.

4.2.2 Alineaciones

Las buenas prácticas recogen que todas las partes de la estructura deben estar ajustadas y niveladas tras su montaje. Las uniones entre diferentes elementos se deben ejecutar siempre después del montaje, en el caso de que vayan a ser definitivas se realizará teniendo en cuenta que no se comprometa ajustes posteriores.

Las tuercas de nivelación así como los forros y cuñas son elementos que se emplean para realizar ajuste y alineaciones de la estructura, si se da el caso de que se produzcan desplazamientos las cuñas serán de acero y podrán soldarse, el espesor debe ser igual o mayor a 4 milímetros, siempre que se usen en el exterior.

El método anterior descrito se usa para corregir errores, en el caso de que este no sea efectivo se deberá corregir la fabricación de las piezas. Si el ajuste para corregir los errores se produce un esfuerzo extra en las barras que no se ha considerado se debe renunciar a este ajuste.

4.3 Ejecución de Elementos Estructurales

Todo elemento estructural tiene unas particularidades, estas se van a describir a continuación.

4.3.1 Jácenas

Las jácenas como elemento estructural deben cumplir una serie de condiciones específicas:

- Todas las jácenas serán un único elemento, es decir un elemento sin juntas ni uniones. Solamente estará permitido el uso de juntas cuando las jácenas sean de mayor luz que la medida estándar de fabricación. Es primordial asegurar esta junta en los puntos menos afectados por los esfuerzos importantes.
- Las uniones mencionadas anteriormente deberán realizarse a una distancia de una quinta parte de la luz entre los pilares de la jácena. En los documentos del Proyecto se recoge las condiciones para ejecutar dichas uniones.
- La Dirección Facultita tendrá que aprobar la solución propuesta por el Contratista en caso de que no esté detallada la solución de las uniones en las jácenas. Si finalmente el Contratista debe asignar la solución, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Por soporte de elementos de acabado en cubiertas: 1/300 de la distancia entre apoyos.
- Por apero de otros elementos de la estructura: 1/1000 de la distancia de apoyos.
- Por soporte de forjados sin requerimientos especiales: 1/500 de la distancia de apoyos.
- Deben quedar reflejadas en el correcto aparatado del Pliego todas las condiciones de conformidad y de montaje.

4.3.2 Pilares

Para realizar una correcta ejecución de los pilares se va a atender que se cumplan los siguientes condicionantes:

- El pilar en todo su perfil debe situarse perfectamente aplomado, con las tolerancias y desviaciones que están admitidas en la Norma EC 3. Bajo ningún concepto e procederá a hacer levantamientos de los pilares una vez ya colocados, aunque estos tengan un claro desplome. Será la Dirección Facultativa quien proponga una solución ante este inconveniente.
- La unión entre cada pilar se encontrará a 1/3 de altura. Los pilares se asentarán sobre la cimentación y apoyados sobre cuñas de acero, la distancia entre estas y la chapa base será de entre 40 y 80 milímetros. Se colocarán vigas en la estructura transversal, en el primer nivel, por último se alinearán y aplomarán.
- Las superficies de la chapa base y del cimiento deben estar limpias al completo, para que una vez colocadas se proceda al recatado con mortero expansivo de cemento portland y árido, siendo la altura máxima del árido empleado superior a 1/5 e la altura establecida.
- Se debe asegurar que el recatado sea más resistente que el hormigón que forma el cimiento.
- Las chapas de la base de los pilares tienen como objetivo asegurar el relleno del hueco entre la chapa y el cimiento, estas contarán con taladros de diámetro máximo de 40 milímetros.
  Si se da la circunstancia de que en los planos no vengan recogidas las dimensiones de las chapas de base, estas se van a diseñar para que puedan soportar tensiones superiores a 75kg/cm^2 al mortero del relleno.

4.3.3 Vigas trianguladas y Cerchas

Para poder ejecutar unas vigas trianguladas y cerchas válidas tendrán que cumplir la siguiente serie de requisitos:

- Se debe asegurar la continuidad de los cordones inferiores y superiores, para poder asegurar esta continuidad, las soldaduras se ejecutarán en los puntos donde no se concentren los esfuerzos
- Todos los elementos secundarios, montantes y diagonales tienen que conseguir que sus ejes coincidan en un punto, en caso de no ser posible este hecho deberá quedar reflejado en los planos correspondientes.
- Los apoyos de las cerchas en sus soportes serán uniones articuladas a no ser que en los Planos del Proyecto se describa lo opuesto. Cuando se de el caso de que el elemento

supere los 40 metros de largo, estas uniones se liberaran para que pasen a ser apoyos resbaladizos.

- Los elementos de referencia deben tener la garantía de que estos estén estables durante el proceso de montaje. En el caso de que se utilicen elementos provisionales y cables, el Contratista debe informar de cuáles son las condiciones de estabilidad de dichos elementos.

La colocación de vigas triangulas y cerchas dependen de si están acabadas o no para que se coloquen en la estructura, salvo que se establezca previamente su instalación.

4.3.4 Correas

Para poder realizar correctamente las correas se deben tener presentes las siguientes condiciones:

- El Contratista debe tener presente en todo momento que las correas y todo aquel elemento que forma el plan de cubierta desempeñan la función estabilizadora frente a la torsión de las cerchas o vigas trianguladas. Antes de cualquier desapuntalamiento de las cerchas el plan de cubierta debe estar ejecutado al completo y finalizado.
- Las correas en todo momento deben asegurar una continuidad, salvo que en los planos se describa lo contrario, teniendo en cuenta siempre los requerimientos para las uniones entre perfiles. La Dirección Facultativa deberá aprobar el método a usar para las diferentes uniones de perfiles como soldadura, clavadas u otros procedimientos.
- En el caso de que las uniones entre cerchas y correas se encuentre una cubierta inclinada con una pendiente mayor al 10%, se debe colocar un material o sistema angular. Se colocarán elementos para evitar que las correas flexionen de forma lateral.
- Los elementos de triangulación que estén ubicados en el plan de cubierta, van a tener instalados unos mecanismos para conseguir la tensión necesaria. Para conseguir el tensado de los rodones se utilizarán manguitos roscados. Para evitar que el elemento quede sin tensión, es primordial que esta se transmita a la barra. Esta tracción no puede sobrepasar en ningún caso el 10% de su capacidad nominal, cabe una excepción si esta se detalla en el plano correspondiente.

4.4 Montaje Cerramiento Exterior

4.4.1 Piezas de fachada y herramientas necesarias

Tras haber acabado todos los trabajos de montaje de la estructura de la nave tanto en cubierta como en forjado, se continuará con los trabajos de montaje de cerramientos exteriores de la misma.

Para realizar estos trabajos se puede emplear diferentes materiales, con calidades y cualidades diferentes.

Los elementos que pueden ser empleados para el cerramiento son:

- Pared vertical de 20 (grueso): la altura de esta puede variar hasta los 10,41 metros y de una anchura máxima de 2,40 metros.
- Pared horizontal de 20 (grueso): la altura de esta puede variar hasta los 2,40 y de una anchura que no supere los 6,80 metros.
- Premarcos de metal.

Para poder instalar todas estas piezas se necesitarán las siguientes herramientas o medios:

- Planos de la Obra, en ellos queda descrita la ubicación, montaje, y elementos que se deben emplear.
- Cualquier instrumento métrico para poder realizar comprobaciones insitu.
- Herramienta necesaria para poder comprobar la plomada de las paredes.
- Medios auxiliares de elevación o escaleras dependiendo de la altura a la que se va a instalar dicho cerramiento.
- Herramienta necesaria para poder desplazar los elementos del cerramiento exterior como las propias piezas que forman la pared.
- Chapas o calces metálicos para poder corregir ciertas diferencias de medida y que quede todo alineado.

4.4.2 Inicio del Montaje de Cerramiento Exterior

Tras haber recepcionado todo el material en la obra, el primer paso es comprobar y verificar que todo el material es el correcto y está en buen estado. Todo material como el apoyo de las paredes, premarcos metálicos, etc., debe cumplir con lo descrito en el Proyecto.

4.4.3 Pasos en el Montaje de las Paredes Exteriores

Para poder realizar un montaje apto para toda la superficie de la pared se deben de seguir siempre unos mismos pasos, dependiendo del tipo de pared se usarán unas técnicas u otras, ya que dependiendo del peso, las dimensiones, cómo se tenga que colocar o su orientación dependen las técnicas.

4.4.3.1 Montaje de paredes verticales

- Elevación: Los elementos de la pared vendrán en el transporte de forma horizontal, es necesario el empleo de una grúa doble para poder elevar dicha pieza. Una de estas grúas se encargará de realizar la retención para que la otra pueda girar y colocarla verticalmente. La ubicación del camión de transporte debe estar en el rango de la grúa siendo perpendicular a esta para que sea la ubicación óptima de descargue.

- Revisión: antes de colocarla se deberá revisar la pared para que su colocación sea ya la definitiva.

- Colocación y aplomado: Para realizar este proceso se necesitan dos operarios, uno de ellos se va a colocar con la plataforma en la parte superior donde debe ir colocada la pieza, mientras que el otro operario estará en el suelo, como base de apoyo.

Se deberá comprobar la plomada de las paredes con un taquímetro antes de que la grúa deje la pieza donde corresponda, la alineación se debe hacer en el aire. Con anterioridad a la colocación de los paneles se deben colocar los marcos metálicos.

- Fijación de la pared: Una vez quede la pared colocada y alineada se procederá a fijarla. Antes de fijar se debe colocar el producto prefabricado correspondiente, el accesorio que se va a utilizar es denominado halfen y anclado mediante un tornillo a la pieza resistente.
  Las jácenas van a ser el elemento donde fijar la parte superior de los paneles mediante un conjunto de juego canal-pared y riostra-pared.
  En el lado contrario, la parte inferior de los paneles estará solamente apoyada a la riostra de cimentación, no es necesario anclajes ya que con la pavimentación de la nave quedará fijado.
  Si se da la circunstancia que el panel del cerramiento exterior tiene una longitud mayor a 8 metros y dispone de un pilar en la parte posterior, se deberá anclar al pilar para evitar futuras deformaciones.
- Descuelgue de paredes: Una vez que la pared ya ha sido ubicada y fijada a los elementos, se va a realizar el desenganchado de la grúa a este panel para que se monte verticalmente.

4.4.3.2 Montaje de paredes horizontales

- Elevación: se procederá a enganchar un extremo de la sirga al gancho de la grúa, utilizando el otro extremo con un grillete de seguridad para engancharlo al gancho izado que hay en el panel.
  En el caso de que el panel exceda los 10 metros de longitud, se debe utilizar una cuerda o tira extensora para atarla a uno de los extremos de la placa y poder maniobrar más fácilmente.

- Revisión de la pared: siempre, antes de colocar la pared en su ubicación, se debe revisar y comprobar que esta está en perfectas condiciones y buen estado.

- Colocación y aplomado: para poder realizar este trabajo se necesitan a dos operarios, situados a los extremos de la placa.
  Se empleará una parpalina para poder colocar la placa en la ubicación correcta, se apoyará la placa sobre la riostra de cimentación, utilizando placas metálicas o calces para eliminar las diferencias de altura entre apoyos.
  Mientras la placa de la pared permanece colgada en la grúa pero ya ubicada, se utilizará una plomada para verificar que está correctamente alineada antes de fijarla.

- Fijación de la pared: este trabajo se realizará cuando todo lo descrito anteriormente se haya hecho de forma correcta. Los paneles horizontales se podrán fijar de las siguientes formas:
  - Cajones: este elemento se ubicará en la parte superior del panel y con un tornillo vite-pared, evitando así que el panel pueda caer al ser fijado. Se necesitarán dos cajones para cada extremo de la pared.
  - Poliestireno: este material se empleará para poder conseguir que los pilares soporten el peso de los paneles horizontales de la pared. Este material se ubica en los huecos de las piezas, se colocarán en los extremos inferiores de la pared y posteriormente se fijarán.
  - Juego riostra-pared: se ubicará en los extremos de la red, su fijado es mediante halfenes para asegurar que el panel este fijado al pilar de la nave.

- Descuelgue de paredes: tras asegurar la pared y tener constancia de que todo se ha realzado correctamente y todos los elementos están fijos, se procederá a desenganchar la grúa.

4.5 Finalización del Montaje

Un día previo a la finalización del montaje total, el encargado de los trabajos procederá a realizar un análisis de todos los trabajos para así evitar posibles errores que se hayan pasado por alto, en el caso de que se detecten errores, se procederá a la corrección de estos. Esta comprobación será realizada junto al Director de Ejecución de la obra.

No hay que olvidar la comprobación de las correas de la cubierta ya que soportan una gran carga.

4.5.1 Reparación de la estructura

Ante la aparición de cualquier desperfecto como golpes, mellas, roturas, etc., están quedarán reflejadas anotadas por el encargado para que sean reparadas posteriormente. La empresa constructora es la encargada de realizar todas las reparaciones de los desperfectos que han quedado anotados y tendrán que ser subsanados antes de la entrega final.

4.5.2 Sellado

El proceso de sellado se hará después de que todos los trabajos de montaje hayan finalizado y se hayan realizado las reparaciones oportunas. Para proceder a realizar el sellado se empleará masa de poliuretano mono componente para juntas, el objetivo es cumplir las condiciones de estanqueidad dentro de la nave industrial, evitando así filtraciones de agua y pérdidas de temperatura.

4.5.3 Montaje de la cubierta y realización del pavimento industrial

Una vez hayan finalizado los trabajos de la estructura prefabricada, se procederá al montaje de la cubierta y la ejecución de toda la pavimentación de la nave industrial y ubicaciones necesarias.

DOCUMENTO 5: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

"Proyecto Nave Industrial y Preparación Bodega"

SEPTIEMBRE DE 2020

ALUMNO: AARON RODRIGUEZ MARTÍNEZ
TUTOR: MARIA ANGELES MARTINEZ CALVO

ÍNDICE

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª electricista.	22,330	13,351 h	298,13
2	Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	22,330	16,864 h	376,58
3	Oficial 1ª fontanero.	22,330	160,070 h	3.573,95
4	Oficial 1ª construcción.	21,680	2.505,271 h	54.289,33
5	Oficial 1ª ferrallista.	22,650	83,218 h	1.884,00
6	Oficial 1ª encofrador.	22,650	596,205 h	13.505,28
7	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	22,650	42,680 h	965,33
8	Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	22,650	8,496 h	192,48
9	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	22,650	10.210,400 h	230.800,00
10	Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.	22,330	884,940 h	19.756,80
11	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	22,330	473,730 h	10.585,80
12	Oficial 1ª montador de prefabricados interiores.	22,330	25,601 h	572,09
13	Ayudante construcción.	18,810	939,600 h	17.748,00
14	Ayudante ferrallista.	19,660	100,378 h	1.973,53
15	Ayudante encofrador.	19,660	648,225 h	12.745,50
16	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,660	212,913 h	4.185,68
17	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	19,660	8,496 h	167,04
18	Ayudante montador de estructura metálica.	19,660	7.650,400 h	150.892,00
19	Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.	18,810	884,940 h	16.640,40
20	Ayudante montador de cerramientos industriales.	18,810	473,730 h	8.890,60
21	Ayudante montador de prefabricados interiores.	18,810	25,601 h	481,97
22	Ayudante electricista.	18,790	13,351 h	250,91
23	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	18,790	16,864 h	316,88
24	Ayudante fontanero.	18,790	153,320 h	2.883,50
25	Peón especializado construcción.	18,680	1.856,600 h	34.639,00
26	Peón ordinario construcción.	18,210	4.551,742 h	82.837,80
27	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	21,680	76,650 h	1.661,20
28	Peón Seguridad y Salud.	18,210	318,627 h	5.803,24
			Importe total:	678.917,02

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	36,320	713,400 h	25.926,00
2	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	32,970	793,800 h	26.169,00
3	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	37,480	211,215 h	7.867,15
4	Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para compactación dinámica, mediante el efecto de impactos de alta energía, a una distancia de hasta 200 km.	3.141,350	1,000 Ud	3.141,35
5	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, de 24,8 kW, de 2450 kg, anchura de trabajo 100 cm.	15,510	191,400 h	2.958,00
6	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	3,270	111,065 h	363,50
7	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 129 kW, de 16,2 t, anchura de trabajo 213,4 cm.	58,260	198,000 h	11.543,40
8	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	37,050	19,800 h	732,60
9	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	8,550	194,180 h	1.664,40
10	Carga y cambio de contenedor de 7 m³, para recogida de tierras, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega y alquiler.	84,110	4,905 Ud	412,55
11	Martillo neumático.	3,680	325,000 h	1.195,00
12	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de caudal.	6,230	325,000 h	2.025,00
13	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	8,880	3.219,000 h	28.536,00
14	Fratasadora mecánica de hormigón.	4,740	9.309,000 h	44.196,00
15	Regla vibrante de 3 m.	4,370	1.461,600 h	6.438,00
16	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 20 t y 20 m de altura máxima de trabajo.	51,460	5,520 h	284,16
17	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	60,490	496,860 h	30.046,80
18	Alquiler mensual de grúa torre para transporte de materiales de 40 m de flecha y 1000 kg de carga en punta, incluso telemando, mantenimiento y seguro de responsabilidad civil.	1.292,810	5,508 Ud	7.120,80
19	Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, motor diesel, de 15 m de altura máxima de trabajo, incluso mantenimiento y seguro de responsabilidad civil.	108,880	110,160 Ud	11.994,00
20	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	2,950	7.540,000 h	22.000,00
21	Máquina autopropulsada, para pintar marcas viales sobre la calzada.	36,890	0,500 h	20,00
22	Barredora remolcada con motor auxiliar.	11,500	0,500 h	5,00
			Importe total:	234.638,71

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	10,690	194,230 m³	2.078,50
2	Grava de cantera de piedra caliza, de 40 a 70 mm de diámetro.	15,130	2.871,000 m³	43.500,00
3	Zahorra natural caliza.	7,700	4.356,000 t	33.541,20
4	Ladrillo cerámico macizo de elaboración mecánica para revestir, 25x12x5 cm, para uso en mampostería protegida (pieza P), densidad 2300 kg/m³, según UNE-EN 771-1.	0,200	400,000 Ud	80,00
5	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	0,720	30.695,040 kg	22.102,40
6	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	0,550	620,000 kg	340,00
7	Separador homologado para cimentaciones.	0,120	4.070,000 Ud	488,40
8	Separador homologado para pilares.	0,050	131,250 Ud	7,88
9	Separador homologado para vigas.	0,070	210,000 Ud	15,75
10	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	0,850	470.000,000 kg	399.500,00
11	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	2,670	28.000,000 kg	74.760,00
12	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,200	288,750 m²	346,50
13	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	2,870	1.771,000 m²	5.082,00
14	Bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm. Incluso piezas especiales.	0,530	1.378,125 Ud	729,75
15	Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm², con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón. Según UNE-EN 14843.	40,010	24,000 m²	960,24
16	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 15037-1.	2,840	43,313 m	123,38
17	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 4/5 m, según UNE-EN 15037-1.	3,440	238,350 m	819,00
18	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 5/6 m, según UNE-EN 15037-1.	3,670	129,938 m	477,75
19	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = >6 m, según UNE-EN 15037-1.	4,020	21,788 m	86,63
20	Agua.	1,360	0,076 m³	0,12
21	Madera de pino.	216,150	0,788 m³	170,63
22	Agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.	1,760	39,375 l	68,25
23	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	1,800	25,875 l	43,13
24	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	34,040	11,550 m²	393,75
25	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de hormigón.	47,200	3,000 m²	144,00
26	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.	0,260	60,000 m	18,00
27	Madera de pino para apuntalamiento y entibación de excavaciones.	204,210	3,000 m³	612,00
28	Codal de madera, de 70 a 90 mm de diámetro y entre 2 y 2,5 m de longitud, para apuntalamiento y entibación de excavaciones.	184,010	1,200 m³	222,00

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
29	Chapa metálica de 50x50 cm, para encofrado de pilares de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, de hasta 3 m de altura, incluso accesorios de montaje.	43,560	1,838 m²	78,75
30	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	77,150	1,838 m²	141,75
31	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,000	179,838 kg	181,15
32	Puntas de acero de 20x100 mm.	6,350	100,500 kg	641,63
33	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	29,690	0,280 t	8,32
34	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, con aditivo hidrófugo, categoría M-15 (resistencia a compresión 15 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	36,640	0,140 t	5,12
35	Pasta de yeso para juntas, según UNE-EN 13279-1.	2,310	65,308 kg	151,51
36	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	64,080	589,525 m³	37.776,75
37	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central.	60,950	2.749,592 m³	167.585,88
38	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central.	57,620	45,000 m³	2.595,00
39	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en central, con cemento SR.	84,720	0,728 m³	61,68
40	Tapa de hormigón armado prefabricada, 60x60x5 cm.	14,270	4,000 Ud	57,08
41	Arqueta con fondo, registrable, prefabricada de hormigón fck=25 MPa, de 40x40x50 cm de medidas interiores, para saneamiento.	29,710	4,000 Ud	118,84
42	Marco y tapa prefabricados de hormigón armado fck=25 MPa, para arquetas de saneamiento de 40x40 cm, espesor de la tapa 4 cm, con cierre hermético al paso de los olores mefíticos.	10,130	4,000 Ud	40,52
43	Caldereta con sumidero no sifónico extensible de PVC, S-317 "JIMTEN", de salida vertical de 110 mm de diámetro, con rejilla plana de polipropileno de 210x210 mm, color negro.	29,990	20,000 Ud	599,80
44	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior y 4 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	5,370	5,250 m	28,20
45	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterrado sin presión, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior y 4,9 mm de espesor, según UNE-EN 1401-1.	8,200	525,000 m	4.305,00
46	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	12,830	39,815 l	509,05
47	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	17,780	19,655 l	347,75
48	Kit de accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción, para saneamiento.	0,610	20,000 Ud	12,20
49	Conjunto de elementos necesarios para garantizar el cierre hermético al paso de olores mefíticos en arquetas de saneamiento, compuesto por: angulares y chapas metálicas con sus elementos de fijación y anclaje, junta de neopreno, aceite y demás accesorios.	6,730	4,000 Ud	26,92
50	Colector de conexión de PVC, con tres entradas y una salida, con tapa de registro.	30,570	4,000 Ud	122,28

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
51	Panel prefabricado, liso aligerado, con aislamiento de 11 cm, de hormigón armado de 20 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, con los bordes machihembrados, acabado liso de color blanco a una cara, para formación de cerramiento. Según UNE-EN 14992.	58,960	2.940,000 m²	173.342,40
52	Masilla caucho-asfáltica para sellado en frío de juntas de paneles prefabricados de hormigón.	1,780	3.822,000 kg	6.791,40
53	Cinta de juntas, según UNE-EN 13963.	0,030	52,246 m	1,31
54	Panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 500 mm de anchura, 2900 mm de longitud máxima y 70 mm de espesor, con los bordes longitudinales machihembrados para el pegado entre sí.	10,540	137,146 m²	1.445,91
55	Cinta autoadhesiva de celulosa para colocar en los encuentros de los paneles con el paramento.	0,090	52,246 m	5,22
56	Adhesivo de unión.	113,000	0,653 m³	74,45
57	Panel sándwich aislante de acero, para cubiertas, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios.	31,020	6.418,400 m²	199.084,00
58	Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	3,680	11.928,000 m	43.906,40
59	Kit de accesorios de fijación, para paneles sándwich aislantes, en cubiertas inclinadas.	0,910	5.680,000 Ud	5.168,80
60	Placa translúcida plana de policarbonato celular, de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 30 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 52%, grapas metálicas, tornillos y tapajuntas.	130,600	50,000 Ud	6.530,00
61	Banda fonoaislante bicapa autoadhesiva, de 5 mm de espesor, formada por una membrana autoadhesiva de alta densidad termosoldada a una lámina de espuma de polietileno reticulado, masa nominal 3,35 kg/m².	0,600	78,369 m	47,02
62	Banda elástica de poliestireno expandido elastificado, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,3 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	0,300	130,615 m	39,18
63	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,8 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	1,700	870,000 m²	1.566,00
64	Pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color amarillo, acabado satinado, textura lisa	8,490	22,000 l	185,00
65	Pintura antioxidante de secado rápido, a base de resinas, pigmentos de aluminio con resistencia a los rayos UV y partículas de vidrio termoendurecido, con resistencia a la intemperie y al envejecimiento, repelente del agua y la suciedad y con alta resistencia a los agentes químicos; para aplicar con brocha, rodillo o pistola.	0,750	397,600 kg	284,00

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
66	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	90,550	10,000 Ud	905,50
67	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,220	210,000 m	46,20
68	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102.	1.334,660	1,000 Ud	1.334,66
69	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	2,810	1,000 m	2,81
70	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	4,100	3,000 m	12,30
71	Peana prefabricada de hormigón armado para ubicación de 1 ó 2 cajas de protección y medida.	47,560	1,000 Ud	47,56
72	Juego de pernos metálicos de anclaje para sujeción de armario a peana prefabricada de hormigón armado.	8,270	1,000 Ud	8,27
73	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	55,770	3,000 Ud	167,31
74	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	34,670	3,000 Ud	104,01
75	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,750	12,000 Ud	9,00
76	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	2,120	474,000 m	1.004,88
77	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	13,560	6,000 Ud	81,36
78	Soldadura aluminotérmica del cable conductor a cara del pilar metálico, con doble cordón de soldadura de 50 mm de longitud realizado con electrodo de 2,5 mm de diámetro.	5,280	90,000 Ud	475,20
79	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,120	1,000 Ud	1,12
80	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	0,870	3,000 Ud	2,61
81	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 330 mm, color gris claro, unión pegada con adhesivo, según UNE-EN 607. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	7,400	429,000 m	3.174,60

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
82	Central de detección automática de incendios, con 20 zonas de detección, con caja metálica con puerta acristalada y cerradura de seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas.	754,800	1,000 Ud	754,80
83	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, con accesorios de montaje, según UNE-EN 3.	32,810	15,000 Ud	492,15
84	Detector volumétrico infrarrojo pasivo de lente Fresnel, de 12 m de alcance, con protección de ángulo 0 y una cobertura de 85°, con alimentación a 12 V.	47,260	8,000 Ud	378,08
85	Sirena de 110 dB con sonido fijo y bitonal, para instalar en paramento interior.	23,920	1,000 Ud	23,92
86	Sirena electrónica autoalimentada y autoprotegida, construida en policarbonato, con alimentación a 12 V, compuesta de módulo de sonido y dispositivo luminoso intermitente, potencia 25 W y 113 dB, para instalar en paramento exterior.	88,860	1,000 Ud	88,86
87	Teclado alfanumérico digital de cuarzo líquido con mensaje en display, capacidad para 16 caracteres, indicadores de red, armado, estado y teclas de emergencia médica, bomberos y policía.	35,950	1,000 Ud	35,95
88	Central microprocesada bidireccional de detección y robo, con capacidad para 8 zonas de alarma programables para robo, fuego y atraco, 8 códigos de acceso intercambiables, memoria, avisador de presencia, armado total y parcial, fuente de alimentación, tiempo de entrada y salida con regulación, marcado por pulsos y tonos y capacidad para cuatro teclados.	140,960	1,000 Ud	140,96
89	Batería de 12 V y 7 Ah.	16,360	4,000 Ud	65,44
90	Transmisor telefónico de alarmas, bidireccional de alta velocidad, para conexión a Central Receptora de Alarmas (CRA), con alimentación mediante central de seguridad asociada.	117,360	1,000 Ud	117,36
91	Cable de seguridad 4x0,22+2x0,75 mm².	0,300	220,500 m	66,15
92	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm, según UNE 23033-1. Incluso elementos de fijación.	4,540	5,000 Ud	22,70
93	Cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura y 0,05 mm de espesor, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro.	0,090	2.000,000 m	180,00
94	Baliza reflectante para señalización, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de borde derecho de calzada, con franjas de color blanco y rojo y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.).	29,020	2,000 Ud	58,00

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
95	Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido; instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes.	118,570	54,000 Ud	6.402,78
96	Acometida provisional de fontanería a caseta prefabricada de obra.	89,850	6,000 Ud	539,10
97	Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), según la Instrucción 8.3-IC.	28,350	1,200 Ud	34,02
98	Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, con 6 orificios de fijación.	9,430	5,000 Ud	47,25
99	Caballete portátil de acero galvanizado, para señal provisional de obra.	6,930	1,200 Ud	8,34
100	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	3,850	70,800 m	283,20
101	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	11,720	53,108 Ud	615,00
102	Tapón protector de PVC, tipo seta, de color rojo, para protección de los extremos de las armaduras.	0,070	326,000 Ud	20,00
103	Brida de nylon, de 4,8x200 mm.	0,030	1.936,400 Ud	58,40
			Importe total:	1.258.387,38

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 Actuaciones previas		
	1.1 Andamios y maquinaria de elevación		
	1.1.1 Andamios		
	1.1.2 Plataformas elevadoras		
1.1.2.1	Ud Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, motor diesel, de 15 m de altura máxima de trabajo.	105,01	CIENTO CINCO EUROS CON UN CÉNTIMO
	1.1.3 Grúas torre		
1.1.3.1	Ud Alquiler mensual de grúa torre de 40 m de flecha y 1000 kg de carga máxima.	1.246,86	MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	2 Acondicionamiento del terreno		
	2.1 Movimiento de tierras en edificación		
	2.1.1 Desbroce y limpieza		
2.1.1.1	m² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 30 cm; y carga a camión.	1,14	UN EURO CON CATORCE CÉNTIMOS
	2.1.2 Excavaciones		
2.1.2.1	m³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	5,03	CINCO EUROS CON TRES CÉNTIMOS
	2.1.3 Transportes		
2.1.3.1	m³ Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.	0,77	SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	2.2 Red de saneamiento horizontal		
	2.2.1 Arquetas		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.2.1.1	Ud Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.	158,88	CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.2.1.2	Ud Arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos.	67,20	SESENTA Y SIETE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
	2.2.2 Acometidas		
2.2.2.1	m Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente.	76,98	SETENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	2.2.3 Colectores		
2.2.3.1	m Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	22,43	VEINTIDOS EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
	2.2.4 Sistemas de evacuación de suelos		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.2.4.1	Ud Caldereta con sumidero no sifónico extensible de PVC, S-317 "JIMTEN", de salida vertical de 110 mm de diámetro, con rejilla plana de polipropileno de 210x210 mm, color negro, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos. Incluso accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción.	39,71	TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
	2.3 Nivelación		
	2.3.1 Encachados		
2.3.1.1	m² Encachado en caja para base de solera de 15 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo mecánico con rodillo vibrante tándem autopropulsado, sobre la explanada homogénea y nivelada; previo rebaje y cajeado en tierra, con empleo de medios mecánicos.	6,16	SEIS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
	2.3.2 Soleras		
2.3.2.1	m² Solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	22,34	VEINTIDOS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	2.4 Mejoras del terreno		
	2.4.1 Compactaciones		
2.4.1.1	Ud Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para compactación dinámica del terreno, mediante el efecto de impactos de alta energía llevados a cabo con mazas de impacto en caída libre, a una distancia de hasta 200 km.	3.300,31	TRES MIL TRESCIENTOS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
2.4.1.2	m³ Relleno para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo mecánico con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	25,75	VEINTICINCO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	2.5 Entibaciones		
	2.5.1 Zanjas y pozos		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.5.1.1	m² Apuntalamiento y entibación ligera para una protección del 20%, mediante cabeceros horizontales, amortizables en 10 usos y codales de madera, amortizables en 30 usos, fijados con puntas de acero, en zanjas de hasta 3 m de profundidad y de hasta 1 m de anchura.	19,09	DIECINUEVE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
	3 Cimentaciones		
	3.1 Superficiales		
	3.1.1 Zapatas		
3.1.1.1	m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.	124,67	CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	3.2 Arriostramientos		
	3.2.1 Vigas entre zapatas		
3.2.1.1	m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.	133,56	CIENTO TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	3.3 Hormigones, aceros y encofrados		
	3.3.1 Sistemas de encofrado		
3.3.1.1	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para zapata de cimentación, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	16,18	DIECISEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
3.3.1.2	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga entre zapatas, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	17,32	DIECISIETE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
	4 Estructuras		
	4.1 Acero		
	4.1.1 Pilares		
4.1.1.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	1,64	UN EURO CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	4.1.2 Estructuras para cubiertas		
4.1.2.1	m² Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m².	27,76	VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	4.1.3 Vigas		
4.1.3.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	1,63	UN EURO CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
	4.2 Hormigón armado		
	4.2.1 Forjados unidireccionales		
4.2.1.1	m² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,173 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.	83,18	OCHENTA Y TRES EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
	4.3 Hormigón prefabricado		
	4.3.1 Escaleras		
4.3.1.1	m² Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm², con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón.	70,22	SETENTA EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
	5 Fachadas y particiones		
	5.1 Sistemas de tabiquería		
	5.1.1 De paneles de yeso		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
5.1.1.1	m² Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor.	22,67	VEINTIDOS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	5.2 Fachadas pesadas		
	5.2.1 Paneles prefabricados de hormigón		
5.2.1.1	m² Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos aligerados, con aislamiento de 11 cm, de hormigón armado de 20 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.	88,35	OCHENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
	6 Instalaciones		
	6.1 Infraestructura de telecomunicaciones		
	6.1.1 Acometidas		
6.1.1.1	Ud Arqueta de entrada prefabricada para ICT de 400x400x600 mm de dimensiones interiores, con ganchos para tracción, cerco y tapa, hasta 20 puntos de acceso a usuario (PAU), para unión entre las redes de alimentación de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del edificio, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 10 cm de espesor.	263,36	DOSCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
	6.2 Eléctricas		
	6.2.1 Puesta a tierra		
6.2.1.1	Ud Red de toma de tierra para estructura metálica del edificio con 158 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 2 picas.	800,56	OCHOCIENTOS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	6.2.2 Cajas generales de protección		
6.2.2.1	Ud Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.	1.542,76	MIL QUINIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	6.3 Contra incendios		
	6.3.1 Detección y alarma		
6.3.1.1	Ud Central de detección automática de incendios, con 20 zonas de detección, con caja metálica con puerta acristalada y cerradura de seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías.	1.053,88	MIL CINCUENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	6.3.2 Alumbrado de emergencia		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
6.3.2.1	Ud Suministro e instalación en superficie en garaje de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	104,21	CIENTO CUATRO EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
	6.3.3 Señalización		
6.3.3.1	Ud Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.	10,80	DIEZ EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
	6.3.4 Extintores		
6.3.4.1	Ud Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.	36,49	TREINTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
	6.4 Evacuación de aguas		
	6.4.1 Canalones		
6.4.1.1	m Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 330 mm, color gris claro.	17,58	DIECISIETE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	6.5 Seguridad		
	6.5.1 Sistemas antirrobo		
6.5.1.1	Ud Sistema de protección antirrobo para vivienda compuesto de central microprocesada de 8 zonas con transmisor telefónico a central receptora de alarmas, 8 detectores de infrarrojos, 1 teclado, sirena interior y sirena exterior. Incluso baterías, soportes y elementos de fijación de los diferentes elementos que componen la instalación, canalización y cableado con cable de seguridad de 4x0,22 mm² con funda y apantallado.	1.479,31	MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
	7 Cubiertas		
	7.1 Componentes de cubiertas inclinadas		
	7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
7.1.1.1	m² Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	49,45	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
7.1.1.2	Ud Placa translúcida plana de policarbonato celular, de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 30 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 52%, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a los paneles sándwich.	149,02	CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON DOS CÉNTIMOS
	8 Gestión de residuos		
	8.1 Tratamientos previos de los residuos		
	8.1.1 Clasificación de los residuos de la construcción		
8.1.1.1	m³ Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión.	15,45	QUINCE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	8.2 Gestión de tierras		
	8.2.1 Transporte de tierras		
8.2.1.1	Ud Transporte de tierras con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.	86,68	OCHENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	9 Seguridad y salud		
	9.1 Sistemas de protección colectiva		
	9.1.1 Vallado provisional de solar		
9.1.1.1	m Vallado provisional de solar, de 2,2 m de altura, compuesto por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sujeta mediante bridas de nylon a soportes de barra corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S, de 20 mm de diámetro y 3,2 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,5 m, amortizables en 3 usos.	12,16	DOCE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	9.2 Medicina preventiva y primeros auxilios		
	9.2.1 Medicina preventiva y primeros auxilios		
9.2.1.1	Ud Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	103,00	CIENTO TRES EUROS
	9.3 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar		
	9.3.1 Acometidas a casetas prefabricadas		
9.3.1.1	Ud Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.	94,40	NOVENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
	9.3.2 Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)		
9.3.2.1	Ud Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.	124,57	CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	9.3.3 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar		
9.3.3.1	Ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.	1.030,00	MIL TREINTA EUROS
	9.4 Señalización provisional de obras		
	9.4.1 Balizamiento		
9.4.1.1	Ud Baliza reflectante para señalización, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de borde derecho de calzada, con franjas de color blanco y rojo y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos.	4,86	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	9.4.2 Señalización horizontal		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
9.4.2.1	m Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color amarillo, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada.	0,67	SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
	9.4.3 Señalización vertical		
9.4.3.1	Ud Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.	10,14	DIEZ EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
	9.4.4 Señalización de seguridad y salud		
9.4.4.1	Ud Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 5 usos, fijado con bridas.	5,79	CINCO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
	9.4.5 Señalización de zonas de trabajo		
9.4.5.1	m Cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro, sujeta a soportes de barra corrugada de acero B 500 S de 1,2 m de longitud y 16 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 3,00 m, utilizada como señalización y delimitación de zonas de trabajo con maquinaria en funcionamiento. Amortizables los soportes en 3 usos y los tapones protectores en 3 usos.	2,54	DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 2

Advertencia: Los precios del presente cuadro se aplicarán única y exclusivamente en los casos que sea preciso abonar obras incompletas cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse las contratadas, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
	1 Actuaciones previas					
	1.1 Andamios y maquinaria de elevación					
	1.1.1 Andamios					
	1.1.2 Plataformas elevadoras					
1.1.2.1	Ud Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, motor diesel, de 15 m de altura máxima de trabajo.					
	(Maquinaria)					
	Alquiler diario de plataforma elevadora d…	0,918	Ud	108,880	99,95	
	(Resto obra)				2,00	
	3% Costes indirectos				3,06	
						105,01
	1.1.3 Grúas torre					
1.1.3.1	Ud Alquiler mensual de grúa torre de 40 m de flecha y 1000 kg de carga máxima.					
	(Maquinaria)					
	Alquiler mensual de grúa torre para trans…	0,918	Ud	1.292,810	1.186,80	
	(Resto obra)				23,74	
	3% Costes indirectos				36,32	
						1.246,86
	2 Acondicionamiento del terreno					
	2.1 Movimiento de tierras en edificación					
	2.1.1 Desbroce y limpieza					
2.1.1.1	m² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 30 cm; y carga a camión.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,010	h	18,210	0,18	
	(Maquinaria)					
	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW…	0,025	h	36,320	0,91	
	(Resto obra)				0,02	
	3% Costes indirectos				0,03	
						1,14
	2.1.2 Excavaciones					
2.1.2.1	m³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,049	h	18,210	0,89	
	(Maquinaria)					
	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,118	h	32,970	3,89	
	(Resto obra)				0,10	
	3% Costes indirectos				0,15	
						5,03
	2.1.3 Transportes					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
2.1.3.1	m³ Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.					
	(Maquinaria)					
	Camión basculante de 12 t de carga, de 16…	0,020	h	37,050	0,74	
	(Resto obra)				0,01	
	3% Costes indirectos				0,02	
						0,77
	2.2 Red de saneamiento horizontal					
	2.2.1 Arquetas					
2.2.1.1	Ud Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª construcción.	1,604	h	21,680	34,77	
	Peón ordinario construcción.	1,432	h	18,210	26,08	
	(Materiales)					
	Ladrillo cerámico macizo de elaboración m…	100,000	Ud	0,200	20,00	
	Agua.	0,019	m³	1,360	0,03	
	Mortero industrial para albañilería, de c…	0,070	t	29,690	2,08	
	Mortero industrial para albañilería, de c…	0,035	t	36,640	1,28	
	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, fabricado en ce…	0,182	m³	84,720	15,42	
	Tapa de hormigón armado prefabricada, 60x…	1,000	Ud	14,270	14,27	
	Conjunto de elementos necesarios para gar…	1,000	Ud	6,730	6,73	
	Colector de conexión de PVC, con tres ent…	1,000	Ud	30,570	30,57	
	(Resto obra)				3,02	
	3% Costes indirectos				4,63	
						158,88
2.2.1.2	Ud Arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª construcción.	0,516	h	21,680	11,19	
	Peón ordinario construcción.	0,382	h	18,210	6,96	
	(Materiales)					
	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en centr…	0,098	m³	60,950	5,97	
	Arqueta con fondo, registrable, prefabric…	1,000	Ud	29,710	29,71	
	Marco y tapa prefabricados de hormigón ar…	1,000	Ud	10,130	10,13	
	(Resto obra)				1,28	
	3% Costes indirectos				1,96	
						67,20
	2.2.2 Acometidas					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
2.2.2.1	m Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª fontanero.	0,143	h	22,330	3,19	
	Oficial 1ª construcción.	1,232	h	21,680	26,71	
	Ayudante fontanero.	0,143	h	18,790	2,69	
	Peón especializado construcción.	0,616	h	18,680	11,51	
	(Maquinaria)					
	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,030	h	32,970	0,99	
	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg…	0,220	h	3,270	0,72	
	Martillo neumático.	0,650	h	3,680	2,39	
	Compresor portátil eléctrico 5 m³/min de …	0,650	h	6,230	4,05	
	(Materiales)					
	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,385	m³	10,690	4,12	
	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en centr…	0,090	m³	57,620	5,19	
	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterr…	1,050	m	8,200	8,61	
	Líquido limpiador para pegado mediante ad…	0,079	l	12,830	1,01	
	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	0,039	l	17,780	0,69	
	(Resto obra)				2,87	
	3% Costes indirectos				2,24	
						76,98
	2.2.3 Colectores					
2.2.3.1	m Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª fontanero.	0,124	h	22,330	2,77	
	Oficial 1ª construcción.	0,114	h	21,680	2,47	
	Ayudante fontanero.	0,062	h	18,790	1,16	
	Peón ordinario construcción.	0,176	h	18,210	3,20	
	(Maquinaria)					
	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,003	h	37,480	0,11	
	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg…	0,213	h	3,270	0,70	
	Dumper de descarga frontal de 2 t de carg…	0,028	h	8,550	0,24	
	(Materiales)					
	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	0,346	m³	10,690	3,70	
	Tubo de PVC liso, para saneamiento enterr…	1,050	m	5,370	5,64	
	Líquido limpiador para pegado mediante ad…	0,063	l	12,830	0,81	
	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	0,031	l	17,780	0,55	
	(Resto obra)				0,43	
	3% Costes indirectos				0,65	
						22,43
	2.2.4 Sistemas de evacuación de suelos					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
2.2.4.1	Ud Caldereta con sumidero no sifónico extensible de PVC, S-317 "JIMTEN", de salida vertical de 110 mm de diámetro, con rejilla plana de polipropileno de 210x210 mm, color negro, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos. Incluso accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª fontanero.	0,322	h	22,330	7,19	
	(Materiales)					
	Caldereta con sumidero no sifónico extens…	1,000	Ud	29,990	29,99	
	Kit de accesorios de montaje, piezas espe…	1,000	Ud	0,610	0,61	
	(Resto obra)				0,76	
	3% Costes indirectos				1,16	
						39,71
	2.3 Nivelación					
	2.3.1 Encachados					
2.3.1.1	m² Encachado en caja para base de solera de 15 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo mecánico con rodillo vibrante tándem autopropulsado, sobre la explanada homogénea y nivelada; previo rebaje y cajeado en tierra, con empleo de medios mecánicos.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,121	h	18,210	2,20	
	(Maquinaria)					
	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW…	0,016	h	36,320	0,58	
	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,011	h	37,480	0,41	
	Rodillo vibrante tándem autopropulsado, d…	0,011	h	15,510	0,17	
	(Materiales)					
	Grava de cantera de piedra caliza, de 40 …	0,165	m³	15,130	2,50	
	(Resto obra)				0,12	
	3% Costes indirectos				0,18	
						6,16
	2.3.2 Soleras					
2.3.2.1	m² Solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª construcción.	0,108	h	21,680	2,34	
	Ayudante construcción.	0,054	h	18,810	1,02	
	Peón especializado construcción.	0,089	h	18,680	1,66	
	Peón ordinario construcción.	0,108	h	18,210	1,97	
	(Maquinaria)					
	Equipo para corte de juntas en soleras de…	0,185	h	8,880	1,64	
	Fratasadora mecánica de hormigón.	0,535	h	4,740	2,54	
	Regla vibrante de 3 m.	0,084	h	4,370	0,37	
	(Materiales)					
	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en centr…	0,158	m³	60,950	9,63	
	Panel rígido de poliestireno expandido, s…	0,050	m²	1,700	0,09	
	(Resto obra)				0,43	
	3% Costes indirectos				0,65	
						22,34
	2.4 Mejoras del terreno					
	2.4.1 Compactaciones					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
2.4.1.1	Ud Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para compactación dinámica del terreno, mediante el efecto de impactos de alta energía llevados a cabo con mazas de impacto en caída libre, a una distancia de hasta 200 km.					
	(Maquinaria)					
	Transporte, puesta en obra y retirada de …	1,000	Ud	3.141,350	3.141,35	
	(Resto obra)				62,83	
	3% Costes indirectos				96,13	
						3.300,31
2.4.1.2	m³ Relleno para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo mecánico con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,029	h	18,210	0,53	
	(Maquinaria)					
	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,010	h	37,480	0,37	
	Compactador monocilíndrico vibrante autop…	0,100	h	58,260	5,83	
	Dumper de descarga frontal de 2 t de carg…	0,098	h	8,550	0,84	
	(Materiales)					
	Zahorra natural caliza.	2,200	t	7,700	16,94	
	(Resto obra)				0,49	
	3% Costes indirectos				0,75	
						25,75
	2.5 Entibaciones					
	2.5.1 Zanjas y pozos					
2.5.1.1	m² Apuntalamiento y entibación ligera para una protección del 20%, mediante cabeceros horizontales, amortizables en 10 usos y codales de madera, amortizables en 30 usos, fijados con puntas de acero, en zanjas de hasta 3 m de profundidad y de hasta 1 m de anchura.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª encofrador.	0,389	h	22,650	8,81	
	Ayudante encofrador.	0,389	h	19,660	7,65	
	(Materiales)					
	Madera de pino para apuntalamiento y enti…	0,005	m³	204,210	1,02	
	Codal de madera, de 70 a 90 mm de diámetr…	0,002	m³	184,010	0,37	
	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,050	kg	6,350	0,32	
	(Resto obra)				0,36	
	3% Costes indirectos				0,56	
						19,09
	3 Cimentaciones					
	3.1 Superficiales					
	3.1.1 Zapatas					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
3.1.1.1	m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª ferrallista.	0,079	h	22,650	1,79	
	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de …	0,049	h	22,650	1,11	
	Ayudante ferrallista.	0,118	h	19,660	2,32	
	Ayudante estructurista, en trabajos de pu…	0,295	h	19,660	5,80	
	(Materiales)					
	Ferralla elaborada en taller industrial c…	50,000	kg	0,720	36,00	
	Separador homologado para cimentaciones.	8,000	Ud	0,120	0,96	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm…	0,200	kg	1,000	0,20	
	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en cen…	1,100	m³	64,080	70,49	
	(Resto obra)				2,37	
	3% Costes indirectos				3,63	
						124,67
	3.2 Arriostramientos					
	3.2.1 Vigas entre zapatas					
3.2.1.1	m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª ferrallista.	0,189	h	22,650	4,28	
	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de …	0,069	h	22,650	1,56	
	Ayudante ferrallista.	0,189	h	19,660	3,72	
	Ayudante estructurista, en trabajos de pu…	0,275	h	19,660	5,41	
	(Materiales)					
	Ferralla elaborada en taller industrial c…	60,000	kg	0,720	43,20	
	Separador homologado para cimentaciones.	10,000	Ud	0,120	1,20	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm…	0,480	kg	1,000	0,48	
	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en cen…	1,050	m³	64,080	67,28	
	(Resto obra)				2,54	
	3% Costes indirectos				3,89	
						133,56
	3.3 Hormigones, aceros y encofrados					
	3.3.1 Sistemas de encofrado					
3.3.1.1	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para zapata de cimentación, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª encofrador.	0,290	h	22,650	6,57	
	Ayudante encofrador.	0,386	h	19,660	7,59	
	(Materiales)					
	Agente desmoldeante, a base de aceites es…	0,030	l	1,800	0,05	
	Paneles metálicos de varias dimensiones, …	0,005	m²	47,200	0,24	
	Fleje de acero galvanizado, para encofrad…	0,100	m	0,260	0,03	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm…	0,050	kg	1,000	0,05	
	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,100	kg	6,350	0,64	
	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,020	m	3,850	0,08	
	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m…	0,013	Ud	11,720	0,15	
	(Resto obra)				0,31	
	3% Costes indirectos				0,47	
						16,18

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
3.3.1.2	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga entre zapatas, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª encofrador.	0,338	h	22,650	7,66	
	Ayudante encofrador.	0,386	h	19,660	7,59	
	(Materiales)					
	Agente desmoldeante, a base de aceites es…	0,030	l	1,800	0,05	
	Paneles metálicos de varias dimensiones, …	0,005	m²	47,200	0,24	
	Fleje de acero galvanizado, para encofrad…	0,100	m	0,260	0,03	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm…	0,050	kg	1,000	0,05	
	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,100	kg	6,350	0,64	
	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,020	m	3,850	0,08	
	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m…	0,013	Ud	11,720	0,15	
	(Resto obra)				0,33	
	3% Costes indirectos				0,50	
						17,32
	4 Estructuras					
	4.1 Acero					
	4.1.1 Pilares					
4.1.1.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de estructura metálic…	0,016	h	22,650	0,36	
	Ayudante montador de estructura metálica.	0,016	h	19,660	0,31	
	(Maquinaria)					
	Equipo y elementos auxiliares para soldad…	0,014	h	2,950	0,04	
	(Materiales)					
	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en pe…	1,000	kg	0,850	0,85	
	(Resto obra)				0,03	
	3% Costes indirectos				0,05	
						1,64
	4.1.2 Estructuras para cubiertas					
4.1.2.1	m² Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m².					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de estructura metálic…	0,309	h	22,650	7,00	
	Ayudante montador de estructura metálica.	0,309	h	19,660	6,07	
	(Materiales)					
	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles c…	5,000	kg	2,670	13,35	
	(Resto obra)				0,53	
	3% Costes indirectos				0,81	
						27,76
	4.1.3 Vigas					

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
4.1.3.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de estructura metálic…	0,019	h	22,650	0,43	
	Ayudante montador de estructura metálica.	0,011	h	19,660	0,22	
	(Maquinaria)					
	Equipo y elementos auxiliares para soldad…	0,017	h	2,950	0,05	
	(Materiales)					
	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en pe…	1,000	kg	0,850	0,85	
	(Resto obra)				0,03	
	3% Costes indirectos				0,05	
						1,63
	4.2 Hormigón armado					
	4.2.1 Forjados unidireccionales					
4.2.1.1	m² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,173 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª ferrallista.	0,145	h	22,650	3,28	
	Oficial 1ª encofrador.	0,690	h	22,650	15,63	
	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de …	0,066	h	22,650	1,49	
	Ayudante ferrallista.	0,145	h	19,660	2,85	
	Ayudante encofrador.	0,698	h	19,660	13,72	
	Ayudante estructurista, en trabajos de pu…	0,259	h	19,660	5,09	
	(Materiales)					
	Ferralla elaborada en taller industrial c…	16,000	kg	0,720	11,52	
	Separador homologado para pilares.	0,500	Ud	0,050	0,03	
	Separador homologado para vigas.	0,800	Ud	0,070	0,06	
	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500…	1,100	m²	1,200	1,32	
	Bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm. Inclu…	5,250	Ud	0,530	2,78	
	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4…	0,165	m	2,840	0,47	
	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 4/…	0,908	m	3,440	3,12	
	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 5/…	0,495	m	3,670	1,82	
	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = >6…	0,083	m	4,020	0,33	
	Madera de pino.	0,003	m³	216,150	0,65	
	Agente filmógeno para el curado de hormig…	0,150	l	1,760	0,26	
	Agente desmoldeante, a base de aceites es…	0,030	l	1,800	0,05	
	Tablero de madera tratada, de 22 mm de es…	0,044	m²	34,040	1,50	
	Chapa metálica de 50x50 cm, para encofrad…	0,007	m²	43,560	0,30	
	Estructura soporte para encofrado recuper…	0,007	m²	77,150	0,54	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm…	0,135	kg	1,000	0,14	
	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,040	kg	6,350	0,25	
	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en cen…	0,182	m³	64,080	11,66	
	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m…	0,027	Ud	11,720	0,32	
	(Resto obra)				1,58	
	3% Costes indirectos				2,42	
						83,18
	4.3 Hormigón prefabricado					
	4.3.1 Escaleras					

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
4.3.1.1	m² Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm², con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de estructura prefabr…	0,354	h	22,650	8,02	
	Ayudante montador de estructura prefabric…	0,354	h	19,660	6,96	
	(Maquinaria)					
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico …	0,230	h	51,460	11,84	
	(Materiales)					
	Tramo de escalera prefabricado de hormigó…	1,000	m²	40,010	40,01	
	(Resto obra)				1,34	
	3% Costes indirectos				2,05	
						70,22
	5 Fachadas y particiones					
	5.1 Sistemas de tabiquería					
	5.1.1 De paneles de yeso					
5.1.1.1	m² Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de prefabricados inte…	0,196	h	22,330	4,38	
	Ayudante montador de prefabricados interi…	0,196	h	18,810	3,69	
	(Materiales)					
	Pasta de yeso para juntas, según UNE-EN 1…	0,500	kg	2,310	1,16	
	Cinta de juntas, según UNE-EN 13963.	0,400	m	0,030	0,01	
	Panel aligerado de yeso reforzado con fib…	1,050	m²	10,540	11,07	
	Cinta autoadhesiva de celulosa para coloc…	0,400	m	0,090	0,04	
	Adhesivo de unión.	0,005	m³	113,000	0,57	
	Banda fonoaislante bicapa autoadhesiva, d…	0,600	m	0,600	0,36	
	Banda elástica de poliestireno expandido …	1,000	m	0,300	0,30	
	(Resto obra)				0,43	
	3% Costes indirectos				0,66	
						22,67
	5.2 Fachadas pesadas					
	5.2.1 Paneles prefabricados de hormigón					
5.2.1.1	m² Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos aligerados, con aislamiento de 11 cm, de hormigón armado de 20 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de paneles prefabrica…	0,301	h	22,330	6,72	
	Ayudante montador de paneles prefabricado…	0,301	h	18,810	5,66	
	(Maquinaria)					
	Grúa autopropulsada de brazo telescópico …	0,169	h	60,490	10,22	
	(Materiales)					
	Panel prefabricado, liso aligerado, con a…	1,000	m²	58,960	58,96	
	Masilla caucho-asfáltica para sellado en …	1,300	kg	1,780	2,31	
	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,020	m	3,850	0,08	
	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m…	0,013	Ud	11,720	0,15	
	(Resto obra)				1,68	
	3% Costes indirectos				2,57	
						88,35
	6 Instalaciones					
	6.1 Infraestructura de telecomunicaciones					
	6.1.1 Acometidas					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
6.1.1.1	Ud Arqueta de entrada prefabricada para ICT de 400x400x600 mm de dimensiones interiores, con ganchos para tracción, cerco y tapa, hasta 20 puntos de acceso a usuario (PAU), para unión entre las redes de alimentación de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del edificio, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 10 cm de espesor.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª construcción.	0,942	h	21,680	20,42	
	Peón ordinario construcción.	0,235	h	18,210	4,28	
	(Materiales)					
	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en centr…	0,100	m³	60,950	6,10	
	Arqueta de entrada prefabricada para ICT …	1,000	Ud	219,880	219,88	
	(Resto obra)				5,01	
	3% Costes indirectos				7,67	
						263,36
	6.2 Eléctricas					
	6.2.1 Puesta a tierra					
6.2.1.1	Ud Red de toma de tierra para estructura metálica del edificio con 158 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 2 picas.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª electricista.	3,580	h	22,330	79,94	
	Ayudante electricista.	3,580	h	18,790	67,27	
	(Materiales)					
	Arqueta de polipropileno para toma de tie…	1,000	Ud	55,770	55,77	
	Puente para comprobación de puesta a tier…	1,000	Ud	34,670	34,67	
	Grapa abarcón para conexión de pica.	4,000	Ud	0,750	3,00	
	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	158,000	m	2,120	334,96	
	Electrodo para red de toma de tierra cobr…	2,000	Ud	13,560	27,12	
	Soldadura aluminotérmica del cable conduc…	30,000	Ud	5,280	158,40	
	Material auxiliar para instalaciones de t…	1,000	Ud	0,870	0,87	
	(Resto obra)				15,24	
	3% Costes indirectos				23,32	
						800,56
	6.2.2 Cajas generales de protección					
6.2.2.1	Ud Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª electricista.	0,511	h	22,330	11,41	
	Oficial 1ª construcción.	1,021	h	21,680	22,14	
	Ayudante electricista.	0,511	h	18,790	9,60	
	Peón ordinario construcción.	1,021	h	18,210	18,59	
	(Materiales)					
	Caja de medida con transformador de inten…	1,000	Ud	1.334,660	1.334,66	
	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de d…	1,000	m	2,810	2,81	
	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de d…	3,000	m	4,100	12,30	
	Peana prefabricada de hormigón armado par…	1,000	Ud	47,560	47,56	
	Juego de pernos metálicos de anclaje para…	1,000	Ud	8,270	8,27	
	Material auxiliar para instalaciones eléc…	1,000	Ud	1,120	1,12	
	(Resto obra)				29,37	
	3% Costes indirectos				44,93	
						1.542,76
	6.3 Contra incendios					
	6.3.1 Detección y alarma					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
6.3.1.1	Ud Central de detección automática de incendios, con 20 zonas de detección, con caja metálica con puerta acristalada y cerradura de seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª instalador de redes y equipos …	5,243	h	22,330	117,08	
	Ayudante instalador de redes y equipos de…	5,243	h	18,790	98,52	
	(Materiales)					
	Central de detección automática de incend…	1,000	Ud	754,800	754,80	
	Batería de 12 V y 7 Ah.	2,000	Ud	16,360	32,72	
	(Resto obra)				20,06	
	3% Costes indirectos				30,70	
						1.053,88
	6.3.2 Alumbrado de emergencia					
6.3.2.1	Ud Suministro e instalación en superficie en garaje de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª electricista.	0,210	h	22,330	4,69	
	Ayudante electricista.	0,210	h	18,790	3,95	
	(Materiales)					
	Luminaria de emergencia estanca, con tubo…	1,000	Ud	90,550	90,55	
	(Resto obra)				1,98	
	3% Costes indirectos				3,04	
						104,21
	6.3.3 Señalización					
6.3.3.1	Ud Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,315	h	18,210	5,74	
	(Materiales)					
	Placa de señalización de equipos contra i…	1,000	Ud	4,540	4,54	
	(Resto obra)				0,21	
	3% Costes indirectos				0,31	
						10,80
	6.3.4 Extintores					
6.3.4.1	Ud Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.					
	(Mano de obra)					
	Peón ordinario construcción.	0,106	h	18,210	1,93	
	(Materiales)					
	Extintor portátil de polvo químico ABC po…	1,000	Ud	32,810	32,81	
	(Resto obra)				0,69	
	3% Costes indirectos				1,06	
						36,49
	6.4 Evacuación de aguas					
	6.4.1 Canalones					

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
6.4.1.1	m Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 330 mm, color gris claro.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª fontanero.	0,209	h	22,330	4,67	
	Ayudante fontanero.	0,209	h	18,790	3,93	
	(Materiales)					
	Canalón circular de PVC con óxido de tita…	1,100	m	7,400	8,14	
	(Resto obra)				0,33	
	3% Costes indirectos				0,51	
						17,58
	6.5 Seguridad					
	6.5.1 Sistemas antirrobo					
6.5.1.1	Ud Sistema de protección antirrobo para vivienda compuesto de central microprocesada de 8 zonas con transmisor telefónico a central receptora de alarmas, 8 detectores de infrarrojos, 1 teclado, sirena interior y sirena exterior. Incluso baterías, soportes y elementos de fijación de los diferentes elementos que componen la instalación, canalización y cableado con cable de seguridad de 4x0,22 mm² con funda y apantallado.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª instalador de redes y equipos …	11,621	h	22,330	259,50	
	Ayudante instalador de redes y equipos de…	11,621	h	18,790	218,36	
	(Materiales)					
	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color…	210,000	m	0,220	46,20	
	Detector volumétrico infrarrojo pasivo de…	8,000	Ud	47,260	378,08	
	Sirena de 110 dB con sonido fijo y bitona…	1,000	Ud	23,920	23,92	
	Sirena electrónica autoalimentada y autop…	1,000	Ud	88,860	88,86	
	Teclado alfanumérico digital de cuarzo lí…	1,000	Ud	35,950	35,95	
	Central microprocesada bidireccional de d…	1,000	Ud	140,960	140,96	
	Batería de 12 V y 7 Ah.	2,000	Ud	16,360	32,72	
	Transmisor telefónico de alarmas, bidirec…	1,000	Ud	117,360	117,36	
	Cable de seguridad 4x0,22+2x0,75 mm².	220,500	m	0,300	66,15	
	(Resto obra)				28,16	
	3% Costes indirectos				43,09	
						1.479,31
	7 Cubiertas					
	7.1 Componentes de cubiertas inclinadas					
	7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich					
7.1.1.1	m² Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de cerramientos indus…	0,081	h	22,330	1,81	
	Ayudante montador de cerramientos industr…	0,081	h	18,810	1,52	
	(Materiales)					
	Panel sándwich aislante de acero, para cu…	1,130	m²	31,020	35,05	
	Cinta flexible de butilo, adhesiva por am…	2,100	m	3,680	7,73	
	Kit de accesorios de fijación, para panel…	1,000	Ud	0,910	0,91	
	Pintura antioxidante de secado rápido, a …	0,070	kg	0,750	0,05	
	(Resto obra)				0,94	
	3% Costes indirectos				1,44	
						49,45

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
7.1.1.2	Ud Placa translúcida plana de policarbonato celular, de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 30 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 52%, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a los paneles sándwich.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª montador de cerramientos indus…	0,273	h	22,330	6,10	
	Ayudante montador de cerramientos industr…	0,273	h	18,810	5,14	
	(Materiales)					
	Placa translúcida plana de policarbonato …	1,000	Ud	130,600	130,60	
	(Resto obra)				2,84	
	3% Costes indirectos				4,34	
						149,02
	8 Gestión de residuos					
	8.1 Tratamientos previos de los residuos					
	8.1.1 Clasificación de los residuos de la construcción					
8.1.1.1	m³ Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión.					
	(Medios auxiliares)					
	Clasificación y depósito a pie de obra de…	1,000	m³	15,000	15,00	
	3% Costes indirectos				0,45	
						15,45
	8.2 Gestión de tierras					
	8.2.1 Transporte de tierras					
8.2.1.1	Ud Transporte de tierras con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.					
	(Maquinaria)					
	Carga y cambio de contenedor de 7 m³, par…	0,981	Ud	84,110	82,51	
	(Resto obra)				1,65	
	3% Costes indirectos				2,52	
						86,68
	9 Seguridad y salud					
	9.1 Sistemas de protección colectiva					
	9.1.1 Vallado provisional de solar					
9.1.1.1	m Vallado provisional de solar, de 2,2 m de altura, compuesto por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sujeta mediante bridas de nylon a soportes de barra corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S, de 20 mm de diámetro y 3,2 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,5 m, amortizables en 3 usos.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	0,095	h	21,680	2,06	
	Peón Seguridad y Salud.	0,095	h	18,210	1,73	
	(Materiales)					
	Ferralla elaborada en taller industrial c…	1,552	kg	0,720	1,12	
	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500…	2,300	m²	2,870	6,60	
	Brida de nylon, de 4,8x200 mm.	2,320	Ud	0,030	0,07	
	(Resto obra)				0,23	
	3% Costes indirectos				0,35	
						12,16
	9.2 Medicina preventiva y primeros auxilios					
	9.2.1 Medicina preventiva y primeros auxilios					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
9.2.1.1	Ud Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.					
	(Medios auxiliares)					
	Medicina preventiva y primeros auxilios, …	1,000	Ud	100,000	100,00	
	3% Costes indirectos				3,00	
						103,00
	9.3 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar					
	9.3.1 Acometidas a casetas prefabricadas					
9.3.1.1	Ud Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.					
	(Materiales)					
	Acometida provisional de fontanería a cas…	1,000	Ud	89,850	89,85	
	(Resto obra)				1,80	
	3% Costes indirectos				2,75	
						94,40
	9.3.2 Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)					
9.3.2.1	Ud Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.					
	(Materiales)					
	Mes de alquiler de caseta prefabricada pa…	1,000	Ud	118,570	118,57	
	(Resto obra)				2,37	
	3% Costes indirectos				3,63	
						124,57
	9.3.3 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar					
9.3.3.1	Ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.					
	(Medios auxiliares)					
	Conjunto de instalaciones provisionales d…	1,000	Ud	1.000,000	1.000,00	
	3% Costes indirectos				30,00	
						1.030,00
	9.4 Señalización provisional de obras					
	9.4.1 Balizamiento					
9.4.1.1	Ud Baliza reflectante para señalización, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de borde derecho de calzada, con franjas de color blanco y rojo y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos.					
	(Mano de obra)					
	Peón Seguridad y Salud.	0,095	h	18,210	1,73	
	(Materiales)					
	Baliza reflectante para señalización, de …	0,100	Ud	29,020	2,90	
	(Resto obra)				0,09	
	3% Costes indirectos				0,14	
						4,86
	9.4.2 Señalización horizontal					

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación				Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
9.4.2.1	m Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color amarillo, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada.					
	(Mano de obra)					
	Oficial 1ª Seguridad y Salud.	0,007	h	21,680	0,15	
	Peón Seguridad y Salud.	0,004	h	18,210	0,07	
	(Maquinaria)					
	Máquina autopropulsada, para pintar marca…	0,001	h	36,890	0,04	
	Barredora remolcada con motor auxiliar.	0,001	h	11,500	0,01	
	(Materiales)					
	Pintura plástica para exterior, a base de…	0,044	l	8,490	0,37	
	(Resto obra)				0,01	
	3% Costes indirectos				0,02	
						0,67
	9.4.3 Señalización vertical					
9.4.3.1	Ud Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.					
	(Mano de obra)					
	Peón Seguridad y Salud.	0,142	h	18,210	2,59	
	(Materiales)					
	Señal provisional de obra de chapa de ace…	0,200	Ud	28,350	5,67	
	Caballete portátil de acero galvanizado, …	0,200	Ud	6,930	1,39	
	(Resto obra)				0,19	
	3% Costes indirectos				0,30	
						10,14
	9.4.4 Señalización de seguridad y salud					
9.4.4.1	Ud Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 5 usos, fijado con bridas.					
	(Mano de obra)					
	Peón Seguridad y Salud.	0,189	h	18,210	3,44	
	(Materiales)					
	Cartel general indicativo de riesgos, de …	0,200	Ud	9,430	1,89	
	Brida de nylon, de 4,8x200 mm.	6,000	Ud	0,030	0,18	
	(Resto obra)				0,11	
	3% Costes indirectos				0,17	
						5,79
	9.4.5 Señalización de zonas de trabajo					
9.4.5.1	m Cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro, sujeta a soportes de barra corrugada de acero B 500 S de 1,2 m de longitud y 16 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 3,00 m, utilizada como señalización y delimitación de zonas de trabajo con maquinaria en funcionamiento. Amortizables los soportes en 3 usos y los tapones protectores en 3 usos.					
	(Mano de obra)					
	Peón Seguridad y Salud.	0,118	h	18,210	2,15	
	(Materiales)					
	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 …	0,310	kg	0,550	0,17	
	Cinta de señalización, de material plásti…	1,000	m	0,090	0,09	
	Tapón protector de PVC, tipo seta, de col…	0,163	Ud	0,070	0,01	
	(Resto obra)				0,05	
	3% Costes indirectos				0,07	
						2,54

Cuadro de precios nº 2

Presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.- Andamios y maquinaria de elevación					
1.1.2.- Plataformas elevadoras					
1.1.2.1	Ud	Alquiler diario de plataforma elevadora de tijera, motor diesel, de 15 m de altura máxima de trabajo.			
		Total Ud .....:	120,000	105,01	12.601,20
		Total subcapítulo 1.1.2.- Plataformas elevadoras:			*12.601,20*
1.1.3.- Grúas torre					
1.1.3.1	Ud	Alquiler mensual de grúa torre de 40 m de flecha y 1000 kg de carga máxima.			
		Total Ud .....:	6,000	1.246,86	7.481,16
		Total subcapítulo 1.1.3.- Grúas torre:			*7.481,16*
		Total subcapítulo 1.1.- Andamios y maquinaria de elevación:			*20.082,36*
		Total presupuesto parcial nº 1 Actuaciones previas :			**20.082,36**

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

2.1.- Movimiento de tierras en edificación

2.1.1.- Desbroce y limpieza

2.1.1.1 M² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 30 cm; y carga a camión.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Limpieza de toda la parcela	17.400				17.400,000	
					17.400,000	17.400,000
				Total m² .....:	**17.400,000**	**1,14**	**19.836,00**

Total subcapítulo 2.1.1.- Desbroce y limpieza: 19.836,00

2.1.2.- Excavaciones

2.1.2.1 M³ Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		165,000	40,000	1,000	6.600,000	
					6.600,000	6.600,000
				Total m³ .....:	**6.600,000**	**5,03**	**33.198,00**

Total subcapítulo 2.1.2.- Excavaciones: 33.198,00

2.1.3.- Transportes

2.1.3.1 M³ Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		165,000	40,000	0,150	990,000	
					990,000	990,000
				Total m³ .....:	**990,000**	**0,77**	**762,30**

Total subcapítulo 2.1.3.- Transportes: 762,30

Total subcapítulo 2.1.- Movimiento de tierras en edificación: 53.796,30

2.2.- Red de saneamiento horizontal

2.2.1.- Arquetas

2.2.1.1 Ud Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	4				4,000	
					4,000	4,000
				Total Ud .....:	**4,000**	**158,88**	**635,52**

2.2.1.2 Ud Arqueta de paso enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	4				4,000	
					4,000	4,000
				Total Ud .....:	**4,000**	**67,20**	**268,80**

Total subcapítulo 2.2.1.- Arquetas: 904,32

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

2.2.2.- Acometidas

2.2.2.1 M **Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	500,000			500,000	
				500,000	500,000

Total m .....: 500,000 76,98 38.490,00

Total subcapítulo 2.2.2.- Acometidas: 38.490,00

2.2.3.- Colectores

2.2.3.1 M **Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
5				5,000	
				5,000	5,000

Total m .....: 5,000 22,43 112,15

Total subcapítulo 2.2.3.- Colectores: 112,15

2.2.4.- Sistemas de evacuación de suelos

2.2.4.1 Ud **Caldereta con sumidero no sifónico extensible de PVC, S-317 "JIMTEN", de salida vertical de 110 mm de diámetro, con rejilla plana de polipropileno de 210x210 mm, color negro, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos. Incluso accesorios de montaje, piezas especiales y elementos de sujeción.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
20				20,000	
				20,000	20,000

Total Ud .....: 20,000 39,71 794,20

Total subcapítulo 2.2.4.- Sistemas de evacuación de suelos: 794,20

Total subcapítulo 2.2.- Red de saneamiento horizontal: 40.300,67

2.3.- Nivelación

2.3.1.- Encachados

2.3.1.1 M² **Encachado en caja para base de solera de 15 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo mecánico con rodillo vibrante tándem autopropulsado, sobre la explanada homogénea y nivelada; previo rebaje y cajeado en tierra, con empleo de medios mecánicos.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
17.400				17.400,000	
				17.400,000	17.400,000

Total m² .....: 17.400,000 6,16 107.184,00

Total subcapítulo 2.3.1.- Encachados: 107.184,00

2.3.2.- Soleras

Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

2.3.2.1 **M²** **Solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
17.400				17.400,000	
				17.400,000	17.400,000

Total m² .....: 17.400,000 22,34 388.716,00

Total subcapítulo 2.3.2.- Soleras: 388.716,00

Total subcapítulo 2.3.- Nivelación: 495.900,00

2.4.- Mejoras del terreno

2.4.1.- Compactaciones

2.4.1.1 **Ud** **Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo para compactación dinámica del terreno, mediante el efecto de impactos de alta energía llevados a cabo con mazas de impacto en caída libre, a una distancia de hasta 200 km.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000

Total Ud .....: 1,000 3.300,31 3.300,31

2.4.1.2 **M³** **Relleno para la mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación superficial proyectada, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo mecánico con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	165,000	40,000	0,300	1.980,000	
				1.980,000	1.980,000

Total m³ .....: 1.980,000 25,75 50.985,00

Total subcapítulo 2.4.1.- Compactaciones: 54.285,31

Total subcapítulo 2.4.- Mejoras del terreno: 54.285,31

2.5.- Entibaciones

2.5.1.- Zanjas y pozos

2.5.1.1 **M²** **Apuntalamiento y entibación ligera para una protección del 20%, mediante cabeceros horizontales, amortizables en 10 usos y codales de madera, amortizables en 30 usos, fijados con puntas de acero, en zanjas de hasta 3 m de profundidad y de hasta 1 m de anchura.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
600				600,000	
				600,000	600,000

Total m² .....: 600,000 19,09 11.454,00

Total subcapítulo 2.5.1.- Zanjas y pozos: 11.454,00

Total subcapítulo 2.5.- Entibaciones: 11.454,00

Total presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno : 655.736,28

Presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

3.1.- Superficiales

3.1.1.- Zapatas

3.1.1.1 M³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
440				440,000	
				440,000	440,000

Total m³ .....: 440,000 124,67 54.854,80

Total subcapítulo 3.1.1.- Zapatas: 54.854,80

Total subcapítulo 3.1.- Superficiales: 54.854,80

3.2.- Arriostramientos

3.2.1.- Vigas entre zapatas

3.2.1.1 M³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
55				55,000	
				55,000	55,000

Total m³ .....: 55,000 133,56 7.345,80

Total subcapítulo 3.2.1.- Vigas entre zapatas: 7.345,80

Total subcapítulo 3.2.- Arriostramientos: 7.345,80

3.3.- Hormigones, aceros y encofrados

3.3.1.- Sistemas de encofrado

3.3.1.1 M² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para zapata de cimentación, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
440				440,000	
				440,000	440,000

Total m² .....: 440,000 16,18 7.119,20

3.3.1.2 M² Montaje de sistema de encofrado recuperable metálico, para viga entre zapatas, formado por paneles metálicos, amortizables en 200 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
160				160,000	
				160,000	160,000

Total m² .....: 160,000 17,32 2.771,20

Total subcapítulo 3.3.1.- Sistemas de encofrado: 9.890,40

Total subcapítulo 3.3.- Hormigones, aceros y encofrados: 9.890,40

Total presupuesto parcial nº 3 Cimentaciones : 72.091,00

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

4.1.- Acero

4.1.1.- Pilares

4.1.1.1 Kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
150.000				150.000,000	
				150.000,000	150.000,000

Total kg .....: 150.000,000 1,64 246.000,00

Total subcapítulo 4.1.1.- Pilares: 246.000,00

4.1.2.- Estructuras para cubiertas

4.1.2.1 M² Estructura metálica ligera autoportante, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m².

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	160,000	35,000		5.600,000	
				5.600,000	5.600,000

Total m² .....: 5.600,000 27,76 155.456,00

Total subcapítulo 4.1.2.- Estructuras para cubiertas: 155.456,00

4.1.3.- Vigas

4.1.3.1 Kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.

Total kg .....: 320.000,000 1,63 521.600,00

Total subcapítulo 4.1.3.- Vigas: 521.600,00

Total subcapítulo 4.1.- Acero: 923.056,00

4.2.- Hormigón armado

4.2.1.- Forjados unidireccionales

4.2.1.1 M² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado, vigas y pilares de 0,173 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, vigas y pilares con una cuantía total de 16 kg/m², compuesta de los siguientes elementos: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas con zunchos perimetrales de planta, encofrado para vigas, montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; PILARES: con altura libre de hasta 3 m, con montaje y desmontaje de sistema de encofrado de chapas metálicas reutilizables. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3	10,000	8,750		262,500	
				262,500	262,500

Total m² .....: 262,500 83,18 21.834,75

Total subcapítulo 4.2.1.- Forjados unidireccionales: 21.834,75

Total subcapítulo 4.2.- Hormigón armado: 21.834,75

4.3.- Hormigón prefabricado

4.3.1.- Escaleras

4.3.1.1 M² Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm², con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

Nº	Ud	Descripción				Medición	Precio	Importe
			3	4,000	2,000		24,000	
							24,000	24,000
					Total m² .....:	**24,000**	**70,22**	**1.685,28**
							Total subcapítulo 4.3.1.- Escaleras:	***1.685,28***
							Total subcapítulo 4.3.- Hormigón prefabricado:	***1.685,28***
							Total presupuesto parcial nº 4 Estructuras :	**946.576,03**

Presupuesto parcial nº 5 Fachadas y particiones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

5.1.- Sistemas de tabiquería

5.1.1.- De paneles de yeso

5.1.1.1 M² Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1	23,000		2,500	57,500	
1	18,750		2,500	46,875	
1	13,120		2,000	26,240	
				130,615	130,615

Total m² .....: 130,615 22,67 2.961,04

Total subcapítulo 5.1.1.- De paneles de yeso: 2.961,04

Total subcapítulo 5.1.- Sistemas de tabiquería: 2.961,04

5.2.- Fachadas pesadas

5.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón

5.2.1.1 M² Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos aligerados, con aislamiento de 11 cm, de hormigón armado de 20 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2.940				2.940,000	
				2.940,000	2.940,000

Total m² .....: 2.940,000 88,35 259.749,00

Total subcapítulo 5.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón: 259.749,00

Total subcapítulo 5.2.- Fachadas pesadas: 259.749,00

Total presupuesto parcial nº 5 Fachadas y particiones : 262.710,04

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

6.2.- Eléctricas

6.2.1.- Puesta a tierra

6.2.1.1 Ud Red de toma de tierra para estructura metálica del edificio con 158 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 2 picas.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3				3,000	
				3,000	3,000

Total Ud .....: 3,000 800,56 2.401,68

Total subcapítulo 6.2.1.- Puesta a tierra: 2.401,68

6.2.2.- Cajas generales de protección

6.2.2.1 Ud Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, instalada en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000

Total Ud .....: 1,000 1.542,76 1.542,76

Total subcapítulo 6.2.2.- Cajas generales de protección: 1.542,76

Total subcapítulo 6.2.- Eléctricas: 3.944,44

6.3.- Contra incendios

6.3.1.- Detección y alarma

6.3.1.1 Ud Central de detección automática de incendios, con 20 zonas de detección, con caja metálica con puerta acristalada y cerradura de seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, módulo de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000

Total Ud .....: 1,000 1.053,88 1.053,88

Total subcapítulo 6.3.1.- Detección y alarma: 1.053,88

6.3.2.- Alumbrado de emergencia

6.3.2.1 Ud Suministro e instalación en superficie en garaje de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
10				10,000	
				10,000	10,000

Total Ud .....: 10,000 104,21 1.042,10

Total subcapítulo 6.3.2.- Alumbrado de emergencia: 1.042,10

6.3.3.- Señalización

6.3.3.1 Ud Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
5				5,000	
				5,000	5,000

Total Ud .....: 5,000 10,80 54,00

Total subcapítulo 6.3.3.- Señalización: 54,00

6.3.4.- Extintores

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

6.3.4.1 **Ud** **Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
15				15,000	
				15,000	15,000

Total Ud .....: 15,000 36,49 547,35

Total subcapítulo 6.3.4.- Extintores: 547,35

Total subcapítulo 6.3.- Contra incendios: 2.697,33

6.4.- Evacuación de aguas

6.4.1.- Canalones

6.4.1.1 **M** **Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 330 mm, color gris claro.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2	160,000			320,000	
2	35,000			70,000	
				390,000	390,000

Total m .....: 390,000 17,58 6.856,20

Total subcapítulo 6.4.1.- Canalones: 6.856,20

Total subcapítulo 6.4.- Evacuación de aguas: 6.856,20

6.5.- Seguridad

6.5.1.- Sistemas antirrobo

6.5.1.1 **Ud** **Sistema de protección antirrobo para vivienda compuesto de central microprocesada de 8 zonas con transmisor telefónico a central receptora de alarmas, 8 detectores de infrarrojos, 1 teclado, sirena interior y sirena exterior. Incluso baterías, soportes y elementos de fijación de los diferentes elementos que componen la instalación, canalización y cableado con cable de seguridad de 4x0,22 mm² con funda y apantallado.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000

Total Ud .....: 1,000 1.479,31 1.479,31

Total subcapítulo 6.5.1.- Sistemas antirrobo: 1.479,31

Total subcapítulo 6.5.- Seguridad: 1.479,31

Total presupuesto parcial nº 6 Instalaciones : 14.977,28

Presupuesto parcial nº 7 Cubiertas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas

7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich

7.1.1.1 **M²** **Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2	160,000	17,750		5.680,000	
				5.680,000	5.680,000

Total m² .....: 5.680,000 49,45 280.876,00

7.1.1.2 **Ud** **Placa translúcida plana de policarbonato celular, de 3000 mm de longitud, 1000 mm de anchura y 30 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 52%, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a los paneles sándwich.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
50				50,000	
				50,000	50,000

Total Ud .....: 50,000 149,02 7.451,00

Total subcapítulo 7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich: 288.327,00

Total subcapítulo 7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas: 288.327,00

Total presupuesto parcial nº 7 Cubiertas : 288.327,00

Presupuesto parcial nº 8 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

8.1.- Tratamientos previos de los residuos

8.1.1.- Clasificación de los residuos de la construcción

8.1.1.1 **M³** **Clasificación y depósito a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en las siguientes fracciones: hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos; dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales, y carga sobre camión.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
100				100,000	
				100,000	100,000

Total m³ .....: 100,000 15,45 1.545,00

Total subcapítulo 8.1.1.- Clasificación de los residuos de la construcción: 1.545,00

Total subcapítulo 8.1.- Tratamientos previos de los residuos: 1.545,00

8.2.- Gestión de tierras

8.2.1.- Transporte de tierras

8.2.1.1 **Ud** **Transporte de tierras con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor.**

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
5				5,000	
				5,000	5,000

Total Ud .....: 5,000 86,68 433,40

Total subcapítulo 8.2.1.- Transporte de tierras: 433,40

Total subcapítulo 8.2.- Gestión de tierras: 433,40

Total presupuesto parcial nº 8 Gestión de residuos : 1.978,40

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe

9.1.- Sistemas de protección colectiva

9.1.1.- Vallado provisional de solar

9.1.1.1 M Vallado provisional de solar, de 2,2 m de altura, compuesto por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 8-8 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, sujeta mediante bridas de nylon a soportes de barra corrugada de acero UNE-EN 10080 B 500 S, de 20 mm de diámetro y 3,2 m de longitud, hincados en el terreno cada 2,5 m, amortizables en 3 usos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	770				770,000	
					770,000	770,000
Total m .....:				**770,000**	**12,16**	**9.363,20**

Total subcapítulo 9.1.1.- Vallado provisional de solar: 9.363,20

Total subcapítulo 9.1.- Sistemas de protección colectiva: 9.363,20

9.2.- Medicina preventiva y primeros auxilios

9.2.1.- Medicina preventiva y primeros auxilios

9.2.1.1 Ud Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2				2,000	
					2,000	2,000
Total Ud .....:				**2,000**	**103,00**	**206,00**

Total subcapítulo 9.2.1.- Medicina preventiva y primeros auxilios: 206,00

Total subcapítulo 9.2.- Medicina preventiva y primeros auxilios: 206,00

9.3.- Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

9.3.1.- Acometidas a casetas prefabricadas

9.3.1.1 Ud Acometida provisional de fontanería enterrada a caseta prefabricada de obra. Incluso conexión a la red provisional de obra, hasta una distancia máxima de 8 m.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	6				6,000	
					6,000	6,000
Total Ud .....:				**6,000**	**94,40**	**566,40**

Total subcapítulo 9.3.1.- Acometidas a casetas prefabricadas: 566,40

9.3.2.- Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)

9.3.2.1 Ud Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina con aseo (lavabo e inodoro) en obra, de dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
3 CASETAS POR 18 MESES	54				54,000	
					54,000	54,000
Total Ud .....:				**54,000**	**124,57**	**6.726,78**

Total subcapítulo 9.3.2.- Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales): 6.726,78

9.3.3.- Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar

9.3.3.1 Ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	3				3,000	
					3,000	3,000
Total Ud .....:				**3,000**	**1.030,00**	**3.090,00**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		Total subcapítulo 9.3.3.- Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar:			***3.090,00***
		Total subcapítulo 9.3.- Instalaciones provisionales de higiene y bienestar:			***10.383,18***

9.4.- Señalización provisional de obras

9.4.1.- Balizamiento

9.4.1.1 Ud Baliza reflectante para señalización, de chapa galvanizada, de 20x100 cm, de borde derecho de calzada, con franjas de color blanco y rojo y retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), amortizable en 10 usos.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
20				20,000	
				20,000	20,000
		Total Ud .....:	**20,000**	**4,86**	**97,20**
			Total subcapítulo 9.4.1.- Balizamiento:		***97,20***

9.4.2.- Señalización horizontal

9.4.2.1 M Aplicación mecánica con máquina autopropulsada de pintura plástica para exterior, a base de resinas acrílicas, color amarillo, acabado satinado, textura lisa, para marca vial longitudinal continua, de 15 cm de anchura, para bordes de calzada.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
500				500,000	
				500,000	500,000
		Total m .....:	**500,000**	**0,67**	**335,00**
			Total subcapítulo 9.4.2.- Señalización horizontal:		***335,00***

9.4.3.- Señalización vertical

9.4.3.1 Ud Señal provisional de obra de chapa de acero galvanizado, de peligro, triangular, L=70 cm, con retrorreflectancia nivel 1 (E.G.), con caballete portátil de acero galvanizado. Amortizable la señal en 5 usos y el caballete en 5 usos.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
6				6,000	
				6,000	6,000
		Total Ud .....:	**6,000**	**10,14**	**60,84**
			Total subcapítulo 9.4.3.- Señalización vertical:		***60,84***

9.4.4.- Señalización de seguridad y salud

9.4.4.1 Ud Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 5 usos, fijado con bridas.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
25				25,000	
				25,000	25,000
		Total Ud .....:	**25,000**	**5,79**	**144,75**
			Total subcapítulo 9.4.4.- Señalización de seguridad y salud:		***144,75***

9.4.5.- Señalización de zonas de trabajo

9.4.5.1 M Cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro, sujeta a soportes de barra corrugada de acero B 500 S de 1,2 m de longitud y 16 mm de diámetro, hincados en el terreno cada 3,00 m, utilizada como señalización y delimitación de zonas de trabajo con maquinaria en funcionamiento. Amortizables los soportes en 3 usos y los tapones protectores en 3 usos.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2.000				2.000,000	
				2.000,000	2.000,000
		Total m .....:	**2.000,000**	**2,54**	**5.080,00**
			Total subcapítulo 9.4.5.- Señalización de zonas de trabajo:		***5.080,00***
			Total subcapítulo 9.4.- Señalización provisional de obras:		***5.717,79***

Presupuesto parcial nº 9 Seguridad y salud

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			Total presupuesto parcial nº 9 Seguridad y salud :		**25.670,17**

Presupuesto de ejecución material

1 Actuaciones previas	**20.082,36**
1.1.- Andamios y maquinaria de elevación	20.082,36
1.1.2.- Plataformas elevadoras	12.601,20
1.1.3.- Grúas torre	7.481,16
2 Acondicionamiento del terreno	**655.736,28**
2.1.- Movimiento de tierras en edificación	53.796,30
2.1.1.- Desbroce y limpieza	19.836,00
2.1.2.- Excavaciones	33.198,00
2.1.3.- Transportes	762,30
2.2.- Red de saneamiento horizontal	40.300,67
2.2.1.- Arquetas	904,32
2.2.2.- Acometidas	38.490,00
2.2.3.- Colectores	112,15
2.2.4.- Sistemas de evacuación de suelos	794,20
2.3.- Nivelación	495.900,00
2.3.1.- Encachados	107.184,00
2.3.2.- Soleras	388.716,00
2.4.- Mejoras del terreno	54.285,31
2.4.1.- Compactaciones	54.285,31
2.5.- Entibaciones	11.454,00
2.5.1.- Zanjas y pozos	11.454,00
3 Cimentaciones	**72.091,00**
3.1.- Superficiales	54.854,80
3.1.1.- Zapatas	54.854,80
3.2.- Arriostramientos	7.345,80
3.2.1.- Vigas entre zapatas	7.345,80
3.3.- Hormigones, aceros y encofrados	9.890,40
3.3.1.- Sistemas de encofrado	9.890,40
4 Estructuras	**946.576,03**
4.1.- Acero	923.056,00
4.1.1.- Pilares	246.000,00
4.1.2.- Estructuras para cubiertas	155.456,00
4.1.3.- Vigas	521.600,00
4.2.- Hormigón armado	21.834,75
4.2.1.- Forjados unidireccionales	21.834,75
4.3.- Hormigón prefabricado	1.685,28
4.3.1.- Escaleras	1.685,28
5 Fachadas y particiones	**262.710,04**
5.1.- Sistemas de tabiquería	2.961,04
5.1.1.- De paneles de yeso	2.961,04
5.2.- Fachadas pesadas	259.749,00
5.2.1.- Paneles prefabricados de hormigón	259.749,00
6 Instalaciones	**14.977,28**
6.2.- Eléctricas	3.944,44
6.2.1.- Puesta a tierra	2.401,68
6.2.2.- Cajas generales de protección	1.542,76
6.3.- Contra incendios	2.697,33
6.3.1.- Detección y alarma	1.053,88
6.3.2.- Alumbrado de emergencia	1.042,10
6.3.3.- Señalización	54,00
6.3.4.- Extintores	547,35
6.4.- Evacuación de aguas	6.856,20
6.4.1.- Canalones	6.856,20
6.5.- Seguridad	1.479,31
6.5.1.- Sistemas antirrobo	1.479,31
7 Cubiertas	**288.327,00**
7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas	288.327,00
7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich	288.327,00
8 Gestión de residuos	**1.978,40**
8.1.- Tratamientos previos de los residuos	1.545,00
8.1.1.- Clasificación de los residuos de la construcción	1.545,00
8.2.- Gestión de tierras	433,40
8.2.1.- Transporte de tierras	433,40
9 Seguridad y salud	**25.670,17**
9.1.- Sistemas de protección colectiva	9.363,20
9.1.1.- Vallado provisional de solar	9.363,20
9.2.- Medicina preventiva y primeros auxilios	206,00
9.2.1.- Medicina preventiva y primeros auxilios	206,00
9.3.- Instalaciones provisionales de higiene y bienestar	10.383,18
9.3.1.- Acometidas a casetas prefabricadas	566,40
9.3.2.- Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)	6.726,78
9.3.3.- Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar	3.090,00
9.4.- Señalización provisional de obras	5.717,79
9.4.1.- Balizamiento	97,20
9.4.2.- Señalización horizontal	335,00
9.4.3.- Señalización vertical	60,84
9.4.4.- Señalización de seguridad y salud	144,75

9.4.5.- Señalización de zonas de trabajo	5.080,00
Total .....:	**2.288.148,56**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOS MILLONES DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Proyecto: PRESUPUESTO

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Actuaciones previas	
1.1 Andamios y maquinaria de elevación	
1.1.2 Plataformas elevadoras	12.601,20
1.1.3 Grúas torre	7.481,16
Total 1.1 Andamios y maquinaria de elevación	20.082,36
Total 1 Actuaciones previas	**20.082,36**
2 Acondicionamiento del terreno	
2.1 Movimiento de tierras en edificación	
2.1.1 Desbroce y limpieza	19.836,00
2.1.2 Excavaciones	33.198,00
2.1.3 Transportes	762,30
Total 2.1 Movimiento de tierras en edificación	53.796,30
2.2 Red de saneamiento horizontal	
2.2.1 Arquetas	904,32
2.2.2 Acometidas	38.490,00
2.2.3 Colectores	112,15
2.2.4 Sistemas de evacuación de suelos	794,20
Total 2.2 Red de saneamiento horizontal	40.300,67
2.3 Nivelación	
2.3.1 Encachados	107.184,00
2.3.2 Soleras	388.716,00
Total 2.3 Nivelación	495.900,00
2.4 Mejoras del terreno	
2.4.1 Compactaciones	54.285,31
Total 2.4 Mejoras del terreno	54.285,31
2.5 Entibaciones	
2.5.1 Zanjas y pozos	11.454,00
Total 2.5 Entibaciones	11.454,00
Total 2 Acondicionamiento del terreno	**655.736,28**
3 Cimentaciones	
3.1 Superficiales	
3.1.1 Zapatas	54.854,80
Total 3.1 Superficiales	54.854,80
3.2 Arriostramientos	
3.2.1 Vigas entre zapatas	7.345,80
Total 3.2 Arriostramientos	7.345,80
3.3 Hormigones, aceros y encofrados	
3.3.1 Sistemas de encofrado	9.890,40
Total 3.3 Hormigones, aceros y encofrados	9.890,40
Total 3 Cimentaciones	**72.091,00**
4 Estructuras	
4.1 Acero	
4.1.1 Pilares	246.000,00
4.1.2 Estructuras para cubiertas	155.456,00
4.1.3 Vigas	521.600,00
Total 4.1 Acero	923.056,00
4.2 Hormigón armado	
4.2.1 Forjados unidireccionales	21.834,75
Total 4.2 Hormigón armado	21.834,75
4.3 Hormigón prefabricado	
4.3.1 Escaleras	1.685,28
Total 4.3 Hormigón prefabricado	1.685,28
Total 4 Estructuras	**946.576,03**
5 Fachadas y particiones	
5.1 Sistemas de tabiquería	
5.1.1 De paneles de yeso	2.961,04
Total 5.1 Sistemas de tabiquería	2.961,04
5.2 Fachadas pesadas	
5.2.1 Paneles prefabricados de hormigón	259.749,00
Total 5.2 Fachadas pesadas	259.749,00
Total 5 Fachadas y particiones	**262.710,04**
6 Instalaciones	
6.2 Eléctricas	
6.2.1 Puesta a tierra	2.401,68
6.2.2 Cajas generales de protección	1.542,76
Total 6.2 Eléctricas	3.944,44
6.3 Contra incendios	
6.3.1 Detección y alarma	1.053,88
6.3.2 Alumbrado de emergencia	1.042,10
6.3.3 Señalización	54,00
6.3.4 Extintores	547,35

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
Total 6.3 Contra incendios .....:	2.697,33
6.4 Evacuación de aguas	
6.4.1 Canalones	6.856,20
Total 6.4 Evacuación de aguas .....:	6.856,20
6.5 Seguridad	
6.5.1 Sistemas antirrobo	1.479,31
Total 6.5 Seguridad .....:	1.479,31
Total 6 Instalaciones .....:	**14.977,28**
7 Cubiertas	
7.1 Componentes de cubiertas inclinadas	
7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich	288.327,00
Total 7.1 Componentes de cubiertas inclinadas .....:	288.327,00
Total 7 Cubiertas .....:	**288.327,00**
8 Gestión de residuos	
8.1 Tratamientos previos de los residuos	
8.1.1 Clasificación de los residuos de la construcción	1.545,00
Total 8.1 Tratamientos previos de los residuos .....:	1.545,00
8.2 Gestión de tierras	
8.2.1 Transporte de tierras	433,40
Total 8.2 Gestión de tierras .....:	433,40
Total 8 Gestión de residuos .....:	**1.978,40**
9 Seguridad y salud	
9.1 Sistemas de protección colectiva	
9.1.1 Vallado provisional de solar	9.363,20
Total 9.1 Sistemas de protección colectiva .....:	9.363,20
9.2 Medicina preventiva y primeros auxilios	
9.2.1 Medicina preventiva y primeros auxilios	206,00
Total 9.2 Medicina preventiva y primeros auxilios .....:	206,00
9.3 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar	
9.3.1 Acometidas a casetas prefabricadas	566,40
9.3.2 Casetas (alquiler/construcción/adaptación de locales)	6.726,78
9.3.3 Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar	3.090,00
Total 9.3 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar .....:	10.383,18
9.4 Señalización provisional de obras	
9.4.1 Balizamiento	97,20
9.4.2 Señalización horizontal	335,00
9.4.3 Señalización vertical	60,84
9.4.4 Señalización de seguridad y salud	144,75
9.4.5 Señalización de zonas de trabajo	5.080,00
Total 9.4 Señalización provisional de obras .....:	5.717,79
Total 9 Seguridad y salud .....:	**25.670,17**
Presupuesto de ejecución material (PEM)	**2.288.148,56**
13% de gastos generales	297.459,31
6% de beneficio industrial	137.288,91
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	**2.722.896,78**
21% IVA	571.808,32
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	**3.294.705,10**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRES MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS CINCO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS.

A 3 de septiembre de 2020

Aarón Rodríguez Martínez